



رسائل جغرافية

أشكال التكوينات الرملية في منطقة سهل الباطنة سلطنة عمان

"دراسة جيومورفولوجية"

د. أحمد سالم صالح

ذو القعدة ١٤١٤ هـ
مايو ١٩٩٤ م

١٦٨

دورية علمية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

الاشتراكات

في الكويت
للمؤسسات ١٢ دينارا كويتيا (سنويا)
للأفراد ٦ دينارا كويتيا (سنويا)

خارج الكويت
للمؤسسات ١٥ دينارا كويتيا (سنويا)
للأفراد ٧.٥ دينارا كويتيا (سنويا)

الجمعية الجغرافية الكويتية
ص.ب: ١٧٠٥١ الكويت الخالدية الرمز البريدي 72451

رسائل جغرافية

١٦٨

أشكال التكوينات الرملية في منطقة سهل الباطنة سلطنة عمان

"دراسة جيومورفولوجية"

د. أحمد سالم صالح

كلية الاداب - جامعة السلطان قابوس - قسم الجغرافيا

ذو القعدة ١٤١٤ هـ

مايو ١٩٩٤ م

بسم الله الرحمن الرحيم

أشكال التكوينات الرملية في منطقة سهل الباطنة سلطنة عمان

"دراسة جيومورفولوجية"

د. أحمد سالم صالح

مقدمة :

تغطي التكوينات الرملية حوالي ١٨٪ من مساحة سهل الباطنة، الواقع في الشمال الشرقي من سلطنة عمان، والذي يمثل أكثر أجزاء السلطنة تركيزاً في السكان والعمران، وأشكال النشاط البشري الأخرى. كما تركز عليه خطط التنمية الزراعية والصناعية والعمرانية الحديثة، التي شهدتها السلطنة في الآونة الأخيرة بعد عام ١٩٧٠.

ويختلف شكل هذه التكوينات بين جزء وآخر، وإن كان يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام رئيسية تبعاً للشكل الذي تظهر عليه وهي الرمال الشاطئية، والفرشات الرملية، والكثبان بأشكالها المختلفة.

وتمثل هذه التكوينات - من وجهة النظر الجيومورفولوجية البحتة - شكلاً له مميزاته وخصائصه المختلفة، والتي تختلف من ناحية الأصل، والعمليات الجيومورفولوجية، عن أشكال السطح الأخرى، بالإضافة إلى تأثير هذه التكوينات على الأماكن المجاورة، والأنشطة البشرية مع تعرضها

للحركة، مما يساهم في عمليات التصحر في المنطقة، وخاصة مع توافر عوامل أخرى تساعد عليها.

ونظراً لعدم دراسة هذه التكوينات من قبل دراسة جيومورفولوجية، فقد أصبح من الضروري تناولها بالبحث والتحليل وهذا ما تحاوله هذه الدراسة.

الغرض من الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد التكوينات الرملية وأشكالها وتوزيعها بمنطقة الباطنة، والتعرف على خصائصها الجيومورفولوجية من حيث الأبعاد والجوانب المورفومترية، ونوعية وحجم الرواسب، وأشكالها وتركيبها الكيمائي، ثم مدى تحركها، بالإضافة إلى أصلها ونشأتها. كما تتطرق الدراسة إلى مدى تأثير عملية الحركة فيها على الأجزاء المجاورة، واقتراح بعض الأساليب التي يمكن أن تحد من خطورة هذه الحركة.

مصادر الدراسة ومنهجها:

اعتمدت هذه الدراسة بصفة أساسية على الدراسة الميدانية من جهة، وتحليل الخرائط والصور الجوية بأنوعها ومقاييسها المختلفة[1] من جهة أخرى، بالإضافة إلى التحليل المعملي والاحصائي.

وقد بدأت الدراسة بعملية استكشاف واستطلاع لأجزاء واسعة من سهل الباطنة وخاصة تلك التي توجد بها التكوينات الرملية مع الاستعانة

---

(١) أنواع وأسماء ومقاييس الخرائط والصور الجوية والمصادر الأخرى موضحة بالكامل في قائمة المصادر والمراجع كما سيتم الإشارة إليها خلال العرض لجوانب الدراسة المختلفة.

بالخرائط الطبوغرافية، ولوحات الموزايك، وبعض لوحات الاستشعار عن بعد.

كما تم القيام بعملية مسح شاملة للمنطقة، باستخدام الخرائط والصور الجوية، حيث أمكن من خلالها تحديد أنواع أشكال هذه التكوينات، وتوزيعها على طول السهل، وأعقب ذلك القيام بعمل دراسة ميدانية مكثفة استغرقت مايقرب من ثلاثة أشهر على فترات متقطعة، بدأت من ديسمبر ١٩٩١ وانتهت في أبريل ١٩٩٢، وتم خلالها تنفيذ الأعمال التالية:

١ ـ تسجيل الملاحظات الجيومورفولوجية عن أشكال وخصائص كل نوع من أنواع التكوينات الرملية بالإضافة إلى تصويرها فوتوغرافياً.

٢ ـ إجراء القياسات المورفومترية على الكثبان الرملية في مناطق رأس سوادي وجما والمعاول.

٣ ـ قياس سمك الفرشات الرملية في عدد من المواقع (١٥ موقعاً على امتداد طول السهل).

٤ ـ تحديد المناطق التي تتعرض للإرساب الرملي على طول الشاطىء بالإستعانة بخرائط الموزايك والتطبيق في الطبيعة. وقد تم كذلك قياس ثلاثة قطاعات عرضية في مواقع مختلفة من الشاطىء للتعرف على خصائصه ومكوناته.

٥ ـ جمع عدد ٥٨ عينة رواسب رملية، وقد شملت هذه العينات كل الأشكال الرملية الثلاث على امتداد سهل الباطنة ويوضح الشكل رقم (٩) مواقع العينات.

٦ ــ إعادة التأكيد على بعض القياسات وجمع المزيد من العينات بغرض الاستكمال وزيادة الدقة.

وتلى ذلك عمليات تحليل ميكانيكية وميكروسكوبية للرواسب بغرض التعرف على خصائص الحجم والشكل فيها، كما أجريت التحليلات الاحصائية والبيانية اللازمة. وتم كذلك الإستعانة بمعامل وزارة النفط والمعادن بسلطنة عمان في اجراء بعض التحليلات الكيميائية، بغرض التعرف على التركيب الكيميائي للرمال، وكذلك محاولة الاستدلال على أصلها. وأعقب ذلك رسم الخرائط والرسوم البيانية ثم كتابة المتن واستخلاص النتائج.

أولا ـ الظروف الطبيعية للمنطقة

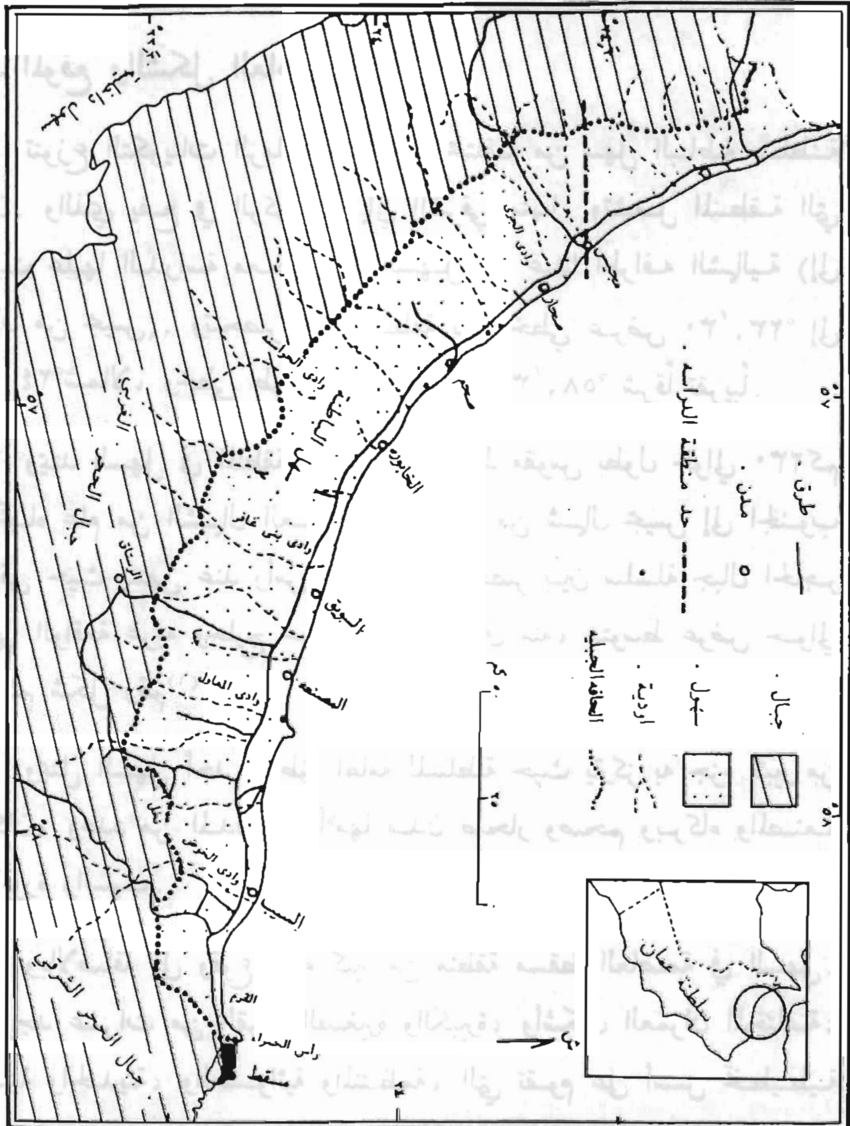
١ ـ الموقع والشكل العام:

تتوزع التكوينات الرملية في أجزاء مختلفة من سهل الباطنة بسلطنة عمان. والذي يقع في الركن الشمالي الشرقي منها. وتشغل المنطقة التي أجريت عليها الدراسة معظم هذا السهل فيما عدا أطرافه الشمالية (إلى الشمال من مجيس). وتنحصر هذه المنطقة بين خطي عرض ٣٠′, ٢٣° إلى ٥٢′, ٢٤°شمالاً، وخطي طول ٣٠′, ٥٦° إلى ٣٠′, ٥٨° شرقاً تقريباً.

ويمتد السهل في المنطقة على شكل شريط مقوس بطول حوالي ٢٣٠كم في اتجاه عام من الشمال الغربي حيث يبدأ من شمال مجيس إلى الجنوب الشرقي حيث ينتهي عند رأس الحمراء. وينحصر بين سلسلة جبال الحجر الغربي الواقعة غربه وخليج عمان الواقع للشرق منه، بمتوسط عرض حوالي ٢٤ كم شكل رقم[١].

ويمثل السهل أحد المناطق الهامة للسلطنة حيث يتركز به جزء كبير من السكان، وعدد من المدن من أهمها مدن صحار وصحم وبركاء والمصنعة والخابورة والسيب.

وبالإضافة إلى وقوع جزء كبير من منطقة مسقط العاصمة في السهل. كما يوجد عشرات من القرى الصغيرة والكبيرة، وأشكال العمران المختلفة، القديمة والحديثة، والعشوائية والمنتظمة، التي تقوم على أسس تخطيطية جيدة. كما يوجد بالمنطقة جزء كبير من الاراضي السهلية في السلطنة، والتي تستغل جزئياً في زراعة بعض المحاصيل والأشجار، هذا بالإضافة إلى



شكل رقم (1)
موقع وشكل ومساحة منطقة الباطنة

الأنشطة البشرية الأخرى مثل عمليات التعدين والصناعة وكذلك الموانىء، والطرق، ويمتد على طول السهل أحد أهم الطرق بالسلطنة والذي يربطها بدولة الامارات العربية، بالإضافة إلى الطرق الفرعية الأخرى التي تربط بين أجزاء السهل. ويتعرض السهل لبعض المشكلات البيئية، لعل أهمها النقص الواضح في المياه والناتج عن سوء استخدام المصادر المتاحة من جهة، وقلة الأمطار الساقطة على المنطقة من جهة أخرى. كما تظهر مشكلات الملوحة وتدهور خصوبة التربة، وحركة الرمال ومواد السطح والاستغلال الجائر للنبات الطبيعي، مما يؤدي إلى ظهور مشكلة تصحر واضحة في معظم أجزاء السهل. وعليه فقد أصبح من الضروري عمل الدراسات الأساسية والتطبيقية اللازمة لوضع حد لأشكال الخطورة والحلول المناسبة لها.

٢ ـ التكوينات الجيولوجية(١):

يبدأ السهل من الحافة الشمالية الشرقية لسلسلة جبال الحجر الغربي وتتكون هذه السلسلة من نوعين رئيسيين من الصخور، الأول منها يعرف باسم افيوليت سمائل Semail Ophiolite وهي عبارة عن صخور نارية تكونت أصلاً على قاع المحيط نتيجة لحركة الصفائح التكتونية في المنطقة. وهي تشغل مساحات واسعة متقطعة من السلسلة الجبلية وتوجد في مواضع مختلفة تفصل بينها الصخور الرسوبية والتي تمثل النوع الثاني من التكوينات والتي تشكل بقية أجزاء السلسلة الجبلية وتتكون من خليط من الصخور

---

(١) Exlanatory Notes of the Geolgical maps of AsSeeb, Barka, As suwayq, Yanqul, Saham and Sohar (Scale 1:100000 and 1:50000).
Sultanate of Oman, Ministry of petrolum and Minerals, Directorate General of minetals. 1986, 1987.

الجيرية أساساً مع صخر المجمعات Conglomerate، والحجر الرملي وكـذلك الحجر الطيني Mudstone، وتعـرف محلياً بـاسم مجموعـة الحواسنـة وتـرجـع تـاريخياً إلى الفـترة من نهاية الكـريتاسي وحتى الثـلاثي Tertairy شكـل رقم (٢).

وعلى حين تتميز الصخور الأفيوليتية النارية بظهورهـا على شكـل كتل متأثرة بعمليات التصدع التي تخطط أجزاء واسعـة من سطوحهـا، فضلاً عن أنظمة الفواصل والشقوق الكثيفة، وعمليات التجوية العميقة، فإن الصخور الرسوبية تبدو متأثرة بعمليات تكتونية قوية في شكل ضغط ودفـع، أدت إلى ميلها وطيها وزحفها فوق بعضها بشكل معقـد، ومركب في أمـاكن واسعة. ولذلك تظهر على شكل كويستات أو ظهور خنازير Hogbacks وتتعامد عليها بعض الصدوع التي تحتلها الأودية، ويظهر ذلك واضحـاً في الحافـات المطلة على السهل، والتي قد تظهر بدلاً من كتل الأفيوليت التي تشرف على السهل في معظم الأجزاء.

أما بالنسبة للسهل نفسـه فيتكون أسـاساً من رواسب تمتـد بين حـافة السلسلة الجبلية وساحل خليج عمان. ونظراً لاختلاف مصادر هـذه الرواسب وطريقة تكوينها، والعوامل التي أدت إلى وجـودها، وكـذلك مـدى تأثـرها، وتعـرضهـا لعمليـات جيومـورفولـوجية بعـد تـرسيبهـا، جـاءت هـذه الرواسب مختلفة في نوعيتها، وأحجـامها، وشكلهـا، وترجـع هذه الـرواسب تـاريخيـاً إلى فـترة الـربـاعي Quaternary. وبشكـل عـام يمكن تقسيم هـذه الرواسب إلى عدة أقسام هي كما يلي:

١ ــ رواسب المراوح الفيضية:

وتغطي معظم سطح السهل فيما عدا مساحات صغيرة، تغطيهـا أنواع

شكل رقم (٢)

التكوينات الجيولوجية في منطقة الباطنة وجبال الحجر الغربي

أخرى من الرواسب. وتتكون هذه الرواسب من تتابع من المواد التي جلبتها الأودية على فترات مختلفة من صخور الجبلية وتقسم إلى:

أ ـ رواسب المراوح الفيضية القديمة Ancient Alluvial Fans :

وتوجد عند بداية السهل من ناحية الحافة الجبلية ـ وتتشكل من صخر المجمعات بصفة رئيسية الذي تتراوح فيه أحجام الرواسب بين ١ ـ ٣٠سم مع خليط من الرمال والصلصال. وتتميز المواد بأنها جيدة الإستدارة والتصنيف Sorting. وتوجد في شكل طبقات يتراوح السمك فيها بين ١ ـ ٥ امتار، مع وجود بعض الطبقات الرقيقة، ويتراوح السمك الكلي للرواسب بين ٥ ـ ٣٠ متر، ويزيد السمك مع الاتجاه ناحية الجبال ويقل في اتجاه البحر.

ب ـ رواسب المراوح شبه الحديثة Sub recent Alluvial Fans:

وهي أكثر امتداداً واتساعاً من القديمة، حيث تغطي وحدها حوالي ١/٢ مساحة المنطقة. وتتكون كذلك من صخر المجمعات، ولكن ينخفض فيه حجم الرواسب عنه في القديمة، حيث يتراوح بين ١ ـ ١٥ سم فقط، مع خليط من الطمي والصلصال، وتتميز بوضح الطباقية فيها، ويصل سمكها الإجمالي إلى حوالي ١٠ أمتار تقريباً.

ج ـ الرواسب الحديثة للمراوح والأودية Recent Alluvial Fans and Wadi alluvium:

وهي تغطي قيعان الأودية الحالية التي تقطع سطوح المراوح القديمة، وشبه الحديثة السابقة. ومع تشعب المجاري الحالية للأودية في سطح السهل، فقد انتشرت هذه الرواسب في شكل خطوط ومساحات وتتكون أساساً من الحصى والرمال.

٢ ــ رواسب الخبرات :

وتوجد على شكل شريط يمتد بموازاة الساحل، ويفصلها عنه رواسب رملية ناتجة من الشاطىء الحالي. تتكون من مواد دقيقة من الطمي والصلصال ترسبت فيما يشبه البحيرات الصحراوية الراكدة Temporary de-sert lakes ولذا فهي تمثل أخصب الأراضي الزراعية. وبشكل عام فإن هذه الرواسب تحتل الأطراف الدنيا للمراوح بأنواعها الثلاثة السابقة والتي تمثل معا معظم جسم السهل.

٣ ــ الرواسب الرملية:

توجد على شكل رمال شاطئية في أشكال مختلفة. كما تغطي رواسب المراوح على شكل فرشات رملية مختلفة الشكل والسمك والامتداد، وكثبان رملية على شكل حافات رملية، ونباك وأشكال أخرى. وتمثل هذه الرواسب الموضوع الأساسي للدراسة، وسوف يتم تناولها بالتفصيل في الأجزاء التالية.

٤ ــ رواسب السبخات:

وهي قليلة نسبياً في وجودها وتتركز قرب الساحل وتتكون بصفة رئيسية من الطمي والصلصال مع الأملاح وبعضها تغطيه مياه المد العالي. ومن أهم تلك السبخات تلك الواقعة للشمال مباشرة من مطار السيب الدولي، وأخرى إلى الشرق مباشرة من رأس سوادي. كما توجد بعض السبخات في مناطق سواحل صحم وصحار.

٥ ــ مواد ركام السفوح:

وتتركز عند أقدام الحافة الجبلية والأجزاء الدنيا من بعض التلال ترتفع فوق سطح السهل وهي تتكون من مواد مختلفة الأحجام مع البريشيا

Berrecia حـادة الزوايـا. وهـي مشتقة من السفـوح المجـاورة أو الإنهيـارات الصغيرة. وبشكل عام فهي تغطي جزء صغير من السهل.

٦ ـ إلى جانب الرواسب السابقة التي تغطي مساحـات واسعة من السهـل، تـوجد بعض الـرواسب التي تغطي مسـاحات ضئيلة، والتي نتجت عن ظروف معينة ومن أهمها:

أ ـ رواسب الترافرتين Travertine :

وتوجد على شكل تـلال صغيرة منعـزلة تغـطي مساحـات قزميـة وهي ناتجة عن عمليات التحلل والتساقط حول عيون الميـاه العذبـة، والتي كانت توجد في بعض المناطق خاصـة في منطقتي السيب (مـركز الحلبـان) والسويق (قرية الحوقين).

ب ـ رواسب الكالكريت Calcrete :

وهي رواسب مشتقـة أسـاسـاً من تحلل الحجـر الجـيري، وصخـور الأفيـوليت فوق القـاعديـة في المنطقـة تعرضت للتحلل، مما أدى إلى تكـون قشرة متـماسكة رقيقـة تغطي سـطوح بعض الرواسب القـديمـة. وتـتركـز في مساحات صغيرة في منطقتي السيب والسويق.

٣ ـ خصائص السطح:

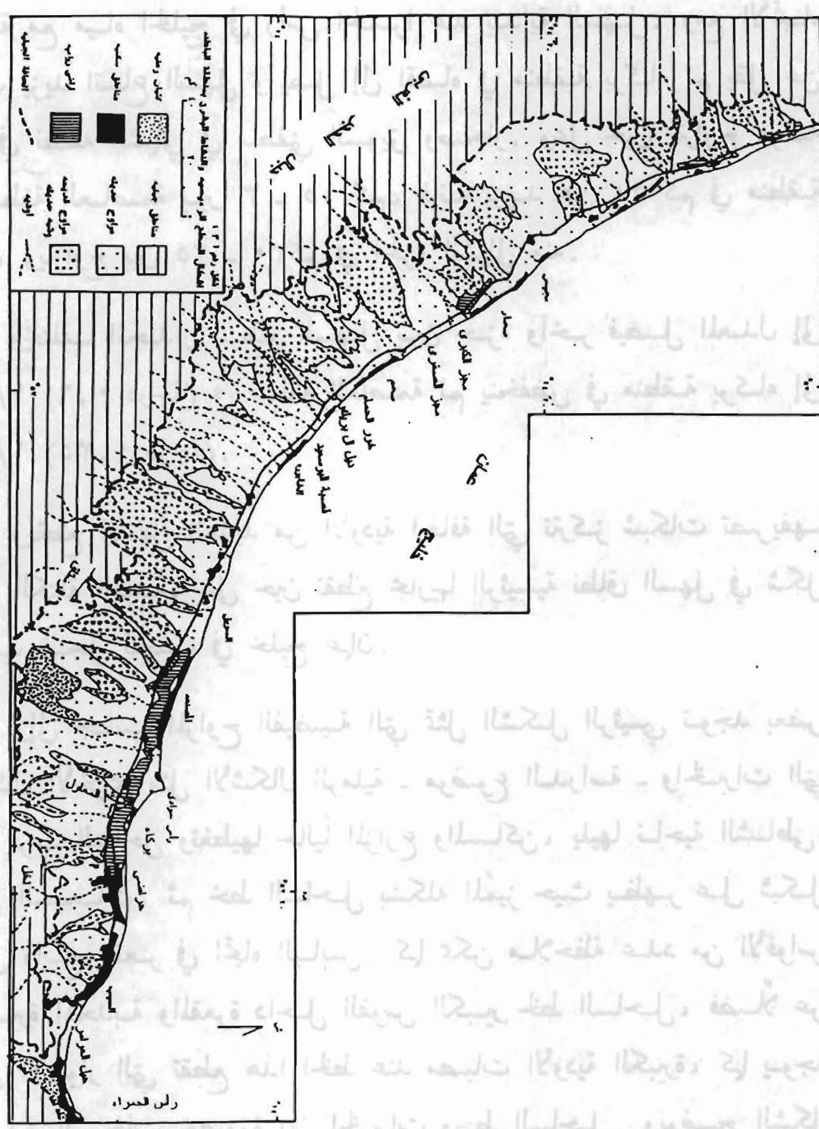
يبدأ السهل من خط الساحل لخليـج عمان ويمتـد للداخل حتى أقـدام الحـافة الجبليـة عند ارتفـاع ٢٠٠ متر فـوق سـطح البحـر، ويتكـون بصفـة أساسية من مجمـوعة من المـراوح الفيضية القـديمة والحـديثة السـابق الإشارة إليها، التي كونتهـا الأودية التي تنبـع من السلسلة الجبلية وتصب في الخليـج

(شكل رقم ٣) بالإضافة إلى بعض الأشكال الأخرى. التي سوف يُعرض لها في الجزء التالي. وبشكل عام يضيق السهل في الشرق حيث تلتقي الحافة الجبلية مع مياه الخليج في رأس الحمرا عند بداية السهل، ومع الاتجاه للغرب يزيد اتساع السهل و يصل إلى اقصاه في منطقة بركاء ثم يقل عن ذلك في نصفه الشمالي في منطقتي السويق وصحار. وعلى حين يتراوح عرضه في منطقة العاصمة بين ٣ ـ ١٥ كم، فإنه يزيد عن ٤٠ كم في منطقة بركاء، ويتراوح بين ٢٥ ـ ٣٠كم في الجزء الشمالي منه.

ويختلف انحدار سطح السهل بين جزء وآخر فيصل المعدل إلى ١/١٠٧ (٠,٦ درجة) في منطقة العاصمة ثم ينخفض في منطقة بركاء إلى ١/١٧٠ (٠,٣٥ درجة).

ويقطع السهل العديد من الأودية الجافة التي تتركز شبكات تصريفها داخل الكتلة الجبلية، على حين تقطع مجاريها الرئيسية نطاق السهل في شكل متشعب ضحل لتصب في خليج عمان.

وإلى جانب المراوح الفيضية التي تمثل الشكل الرئيسي توجد بعض الأشكال الأخرى مثل الأشكال الرملية ـ موضوع الدراسة ـ والخبرات التي تتركز قرب الساحل وتغطيها حالياً المزارع والمساكن، يليها ناحية الشاطىء بعض السبخات، ثم خط الساحل بشكله المُميز حيث يظهر على شكل قوس واسع مقعر في اتجاه اليابس. كما يمكن ملاحظة عدد من الأقواس الصغيرة المحدبة والمقعرة داخل القوس الكبير لخط الساحل، فضلاً عن بعض الأخوار التي تقطع هذا الخط عند مصبات الأودية الكبيرة، كما يوجد قليل من السبخات محصورة بين الخبرات وخط الساحل. ويوضح الشكل رقم (٣) أشكال السطح الرئيسية في المنطقة.



شكل رقم (٣)

أشكال السطح الرئيسية والنشاط البشري بمنطقة الباطنة

وحتى تتضح الصورة فإنه من المفضل دراسة القطاع العرضي للسهل. وبشكل عام يمكن تقسيم السهل إلى ثلاثة أقسام رئيسية، من بدايته عند أقدام الحافة الجبلية في اتجاه البحر. هي كالتالي [١]:

القسم الأول : وهو يمثل قسم المراوح الفيضية ويقع على منسوب يزيد عن مائة متر في الغالب، ويتشكل من رواسب خشنة قديمة بالنسبة لباقي أجزاء السهل.

ومع تعرضها لعمليات النحت القوية من مجاري الأودية فقد بقيت على شكل مدرجات تتمثل بشكل واضح وكامل في الأجزاء الواقعة بين المجاري، التي تظهر هنا عميقة وذات جوانب واضحة ومحددة. وفي هذا الجزء توجد بعض التلال الصخرية في شكل تلال منعزلة، تمثل بقايا عمليات نحت قديمة قامت بها الأودية، ونتج عنها تراجع واضح في الحافة الجبلية، وتزداد هذه التلال كثافة وارتفاعاً مع الاتجاه ناحية هذه الحافة.

ويتراوح ارتفاعها بين عشرات الأمتار في بعض الأجزاء الأمامية و ٢٠٠ و٣٠٠ متر في الأجزاء القريبة من حافة الجبال. ولذلك يمثل السطح في هذا القسم أكثر الأجزاء تموجاً وتضرساً وتقطعاً وكذلك خشونة.

أما القسم الثاني: والذي يلي القسم السابق يبدو أكثر استواءاً وأقل

(أ) تمت القياسات من الخرائط الطبوغرافية (١/٠٠٠،١٠٠) التي تغطي المنطقة (المشار إليها في قائمة المصادر).

(ب) اعتمدت الدراسة في هذا الجزء على كل من:

أ ـ الملاحظات والدراسات الميدانية خلال هذا العمل وخلال العمل مع طلاب قسم الجغرافيا بجامعة السلطان قابوس.

ب ـ تحليل لوحات الموزايك والخرائط الجيولوجية التي تغطي المنطقة وكذلك الخرائط الطبوغرافية (١/٠٠٠،١٠٠).

انحداراً وتقطعاً. ويتراوح منسوبه بين ٥٠ و١٠٠ متر فوق سطح البحر. ويتكون السطح فيه من مواد أقل خشونة من القسم الأول، وتستدق مع الاتجاه ناحية الأجزاء الدنيا من السهل، وقد تتحول إلى رمال أو فرشات رملية. وتقطع المجاري المتشعبة الضحلة هذا السطح في شكل العديد من المجاري الكثيفة والتي قد يصعب تحديد بعضها نظراً لشدة ضحولته إلا عن طريق خطوط النبات الطبيعي ولذلك يبدو السطح أقل تموجاً وأشد رتابة.

ويمثل **القسم الثالث**: من السهل أدنى أجزائه وينحصر بين صفر و ٥٠ متراً فوق سطح البحر. ويتكون بصفة أساسية من المواد الناعمة، التي تشكل سطحاً مستوياً، خفيف الإنحدار، لاتقطعه إلا مجاري بعض الأودية القوية، التي استطاعت الوصول إلى البحر، والتي تنتهي عادة في شكل أخوار. كما يغطي السطح بعض التكوينات الرملية في شكل كثبان أو حواجز. وتوجد بعض السبخات التي تتعرض لعمليات غمر بمياه البحر في حالات المد العالي. ويتدرج السهل في هذا الجزء في الانحدار لينتهي عند البحر بشاطىء رملي ضحل في معظم الأجزاء ويظهر خط الساحل على شكل قوس كبير يمكن تجزئته إلى عدة أقواس صغيرة كما سبق الذكر تفصل بينها بعض الرؤوس الرملية عادة أو الصخرية أحياناً، التي تزيد من عمليات الإرساب والتي تساعد بدورها على تشكيل بعض الكثبان الرملية.

ويمثل هذا الجزء أفضل الأجزاء بالنسبة للزراعة والسكن ولذلك يتركز فيه معظم العمران والزراعة والأنشطة البشرية الرئيسية، كما سبق الإشارة.

أما بالنسبة للحافة الجبلية المجاورة للسهل والتي تحيط به من الجانب الآخر، فإنها تتكون من أجزاء مختلفة الإرتفاع، والوضع البنيوي، والتكوين الجيولوجي.

ويتراوح الإرتفاع فيها بين ٣٠٠ ـ ٩٠٠ متر فوق سطح البحر وقد تتعدى بعض القمم الألف متر فوق سطح البحر. وتظهر الحافة في حالة تكونها من الصخور الرسوبية على شكل حافات مائلة على هيئة ظهور الخنازير في حالة الميول القوية أو كويستات في حالة الميول الخفيفة. وفي حالة تكونها من الصخور النارية التي تشكل معظم الحافة، تظهر مقطعة بشدة على شكل تلال مخروطية ذات قمم مدببة في الغالب تختلف مناسيبها بين جزء وآخر وإن كان يزيد بصفة عامة مع الاتجاه داخل الكتلة الجبلية وتقطع الأودية هذه الحافة في شكل خوانق ضيقة عميقة، كما تؤدي إلى تراجعها في أماكن خروجها منها.

٤ ـ الظروف المناخية:

تعتبر المنطقة جزءاً من الإقليم الصحراوي الحار، ولذلك تكتسب نفس خصائصه من حيث الحرارة المرتفعة والتساقط القليل، وارتفاع معدلات التبخر، وقد أدت هذه الظروف إلى انخفاض واضح في كثافة ونوعية النبات الطبيعي. ومثل هذه الظروف من شأنها أن تعطي الفرصة الكاملة لحركة الرياح بحرية كاملة.

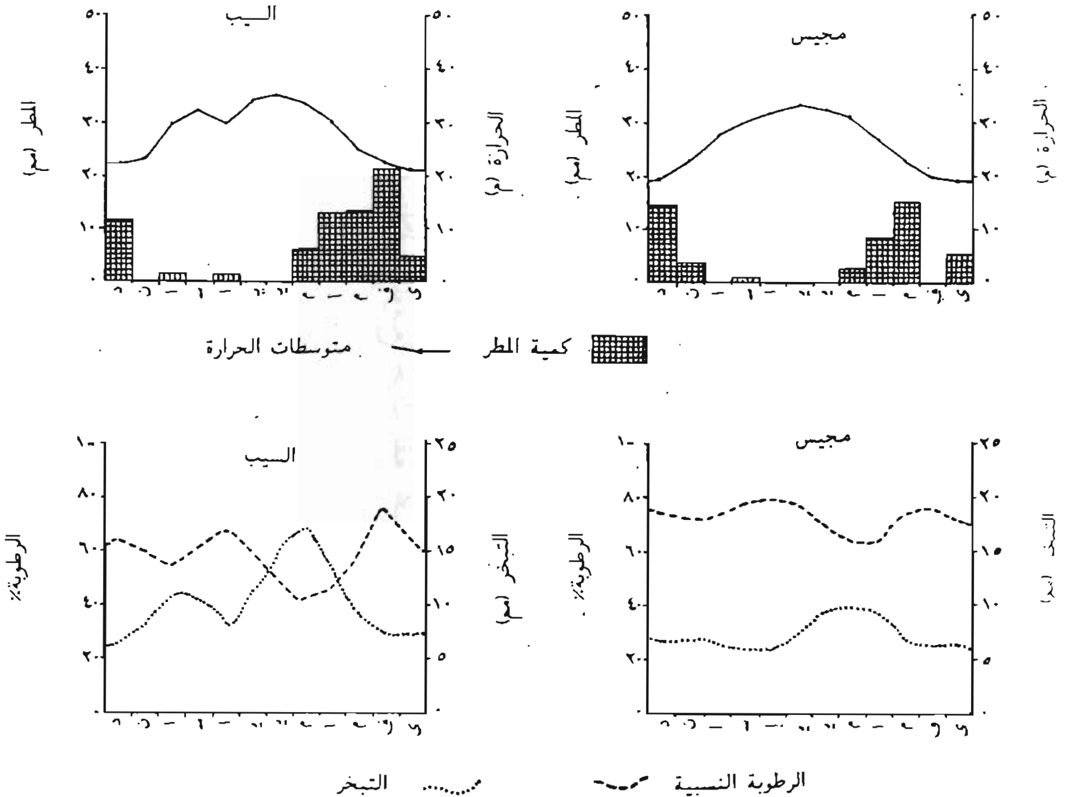
وفي الجزء التالي يتم العرض لعدد من العناصر المناخية تبعاً للبيانات التي توافرت من خلال محطتين للرصد الجوي وهما محطة مطار السيب الدولي الواقعة في منطقة العاصمة (جنوب شرق منطقة الدراسة)، ومحطة مجيس قرب مدينة صحار في شمال غرب المنطقة (انظر شكل رقم(١)). وذلك خلال الفترة من ١٩٨٠ ـ ١٩٩٠ (١١سنة) ويوضح الجدول التالي بيانات عناصر الحرارة والمطر والرطوبة النسبية والتبخر. كما يوضح الشكل رقم (٤) هذه المعدلات.

جدول رقم (١)

المعدلات المناخية في محطتي السيب ومجيس خلال الفترة من ٨٠ - ١٩٩٠[1]

الشهور	محطة السيب						محطة مجيس					
	متوسط الحرارة (م)	متوسط الحرارة العظمى (م)	متوسط الحرارة الدنيا (م)	المطر (مم)	الرطوبة النسبية ٪	المتوسط اليومي للتبخر (مم)	متوسط الحرارة (م)	متوسط الحرارة العظمى (م)	متوسط الحرارة الدنيا (م)	المطر (مم)	الرطوبة النسبية ٪	المتوسط اليومي للتبخر (مم)
يناير	٢١,٢	٣١,٢	١٤,٤	٦,٨٣	٦٣	٦,٨	١٨,٩	٢٨,٨	٨,٢	٤,٧٠	٧١,٨	٥,٨
فبراير	٢١,٨	٣١,٩	١٤,٤	٢١,٥	٧٦	٦,٩	١٩,٥	٣٠,٠	٨,٧	٥١,٥٠	٧٣,٨	٥,٧
مارس	٢٥,٢	٣٧,٤	١٦,٦	١٣,٥	٥٧	٩,٥	٢٣,٠	٣٣,٦	١٠,٤	١٥,٥	٧١,٨	٦,٥٤
ابريل	٣٠,١	٤١,٤	٢٠,٦	١٣,٠	٤٥	١٤,٨	٢٦,٨	٤١,٢	١٤,٣	٧,٨	٦٤,٨	٨,٩
مايو	٣٣,٤	٤٤,٨	٢٤,٢	٦,٣	٤٣	١٧,٤	٣١,٠	٤٤,٣	١٨,٤	٢,٣	٦٣,٤	٩,٧
يونية	٣٥,٣	٤٥,٩	٢٤,٧	٠,٣	٤٨,٦	١٤,٥	٣٢,٦	٤٥,٠	٢٢,٣	٠,٠	٧٠,١	٨,٩
يولية	٣٤,٣	٤٥,٤	٢٧,٤	-	٦٠,٠	١١,٤	٣٣,٠	٤٤,٠	٢٤,٩	٠,١	٧٦,٩	٧,٢
أغسطس	٢٨,٩	٤٢,٨	٢٥,٠	٠,٧	٦٧,٥	٨,٠	٣١,٦	٤٠,٨	٢٤,٠	-	٨٠,٤	٥,٨
سبتمبر	٢١,٥	٤١,٦	٢٤,٨	-	٦٢,٤	٩,٥	٣٠,٣	٤٠,٠	٢٠,٤	٠,٤	٧٨,٥	٦,٣
أكتوبر	٢٩,٨	٣٤,٦	١٨,٠	١,٢	٥٤,٢	١٠,٥	٢٧,٤	٣٤,٠	١٦,٠	-	٧٣,١	٦,٥
نوفمبر	٢٣,٤	٣٤,٦	١٨,٠	٠,٥	٦٠,٥	٨,٠	٢٣,٧	٣٤,٠	١٢,٨	٢,٨	٧٣,٠	٦,٥
ديسمبر	٢٢,٥	٣٠,٦	١٥,٣	١١,٦	٦٤,٧	٦,٤	٢٠,٤	٣٠,٢	١٠,٠	١٤,٥	٧٤,٠	٥,٨
المجموع				٧٥,٥٢				١٠٠,٦				
المتوسط	٢٨,٦				٥٨,٤	١٠,٣			٧٢,٥	٧,٢		

(١) Sultanate of Oman, Ministry of Communications, Directorate General of Civil Aviation and Meteorology (Department of metorology), As seeb Airport and Majis stations.



شكل رقم (٤)

الأحوال المناخية في محطتي السيب ومجيس خلال الفترة ١٩٨٠ ـ ١٩٩٠

ومن الجدول السابق يتضح ما يلي:

١ ـ يتراوح المتوسط السنوي للحرارة في المنطقة بين٢٨,٦ درجة في السيب و٢٦,٥ درجة في محطة مجيس وبمتوسط عام حوالي ٢٧,٥ درجة للمنطقة. وينخفض هذا المتوسط دون العشرين درجة خلال شهور فصل الشتاء، ثم يبدأ في الإرتفاع التدريجي مع نهاية الفصل حتى يصل إلى حوالي ٣٥ درجة خلال الصيف. وبصفة عامة تنخفض الحرارة مع الإتجاه للشمال.

ويتراوح متوسط الحرارة العظمى بين ٣٢ درجة في فترة الشتاء، على حين يرتفع في فصل الصيف إلى مايزيد عن ٤٥ درجة. وفي المقابل يتراوح متوسط الحرارة الدنيا بين أقل من عشر درجات، ويرتفع إلى مايزيد عن ٢٥ درجة في كلا الفترتين على التوالي.

ويلاحظ وجود بعض الاختلافات في كلا المحطتين والتي من المرجح أنها ترجع إلى اختلاف الموقع حيث تقع محطة مجيس إلى الشمال من محطة السيب.

٢ ـ يصل متوسط المطر السنوي في المنطقة إلى ٩٠ مم فقط. أو مايقرب من ٣,٥ بوصة وهذا راجع إلى وقوع المنطقة داخل النطاق الصحراوي كما سبق الذكر، ومن الواضح أن الكمية الساقطة تزيد مع الإتجاه للشمال، حيث يصل المتوسط السنوي إلى ٧٦ مم في محطة السيب، ويرتفع إلى ١٠٠ مم في محطة مجيس. وبشكل عام تسقط معظم كمية المطر خلال الفترة من نوفمبر إلى أبريل، مع زيادة واضحة في الكمية خلال شهور الشتاء (ديسمبر ويناير وفبراير).

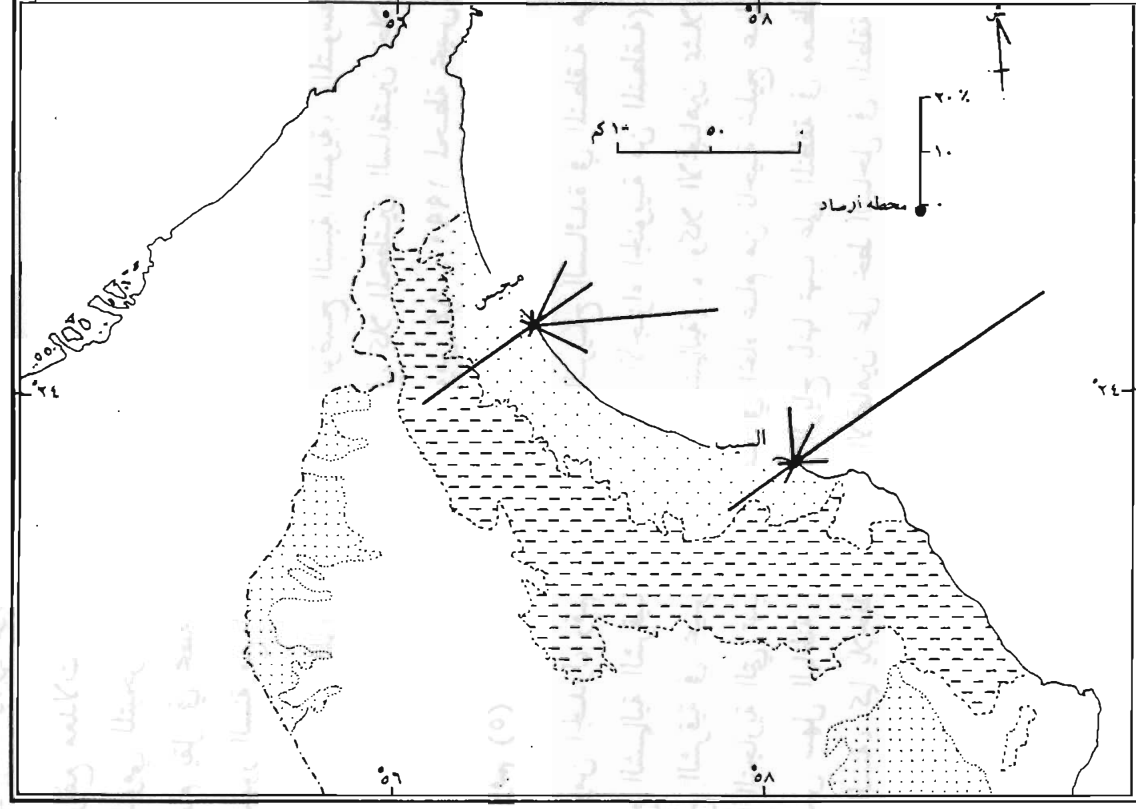
٣ ـ ترتفع الرطوبة النسبية في كلا المحطتين حيث تتراوح المتوسطات

الشهرية بين ٤٥٪ - ٨٠٪ وتنخفض في محطة السيب عن محطة مجيس، ويلاحظ وجود فوارق واضحة بين شهور وفصول السنة.

٤ ـ ترتفع معدلات التبخر بدرجة واضحة في المنطقة حيث يتراوح المتوسط اليومي للتبخر بين ٧ - ١٠ مم على مستوى كلا المحطتين. وبشكل عام يقل في محطة مجيس عنها في السيب. كما يختلف هذا المتوسط بين شهور السنة مع اختلاف الظروف المناخية الأخرى.

أما بالنسبة للرياح فالجدول التالي يوضح النسبة المئوية، والمتوسط العام لسرعة الرياح من الجهات المختلفة في كلا المحطتين السابقتين خلال الفترة بين ٨٠ - ١٩٩٠ لمحطة السيب ومن ٨٤ - ١٩٩٠ لمحطة مجيس، شكل رقم (٥).

ومن الجدول رقم (٢) يتضح أن الرياح السائدة في المنطقة هي الرياح الشمالية الشرقية في السيب (تمثل الأجزاء الجنوبية من المنطقة)، والرياح الشرقية في مجيس (تمثل الأجزاء الشمالية).، وكلا الاتجاهين يمثلان الرياح التجارية التي تهب على المنطقة في اتجاه عام من ناحية خليج عمان إلى يابس سهل الباطنة. وتتميز هذه الرياح بأنها تهب على المنطقة في معظم شهور السنة، كما يلاحظ تعامد كلا الاتجاهين على خط الساحل في المنطقة.



شكل رقم (٥)

اتجاهات الرياح في محطتي السيب ومجيس بمنطقة الباطنة

جدول رقم (٢)

إتجاه ونسبة الرياح ومتوسط سرعتها في محطتي السيب ومجيس[١].

الاتجاه	محطة السيب ٨٠ ـ ١٩٩٠ النسبة المئوية	متوسط السرعة (عقدة)	محطة مجيس ٨٤ ـ ١٩٩٠ النسبة المئوية	متوسط السرعة (عقدة)
شمالية	٩,٠	٨,٥	٢,٣	٥
شمالية شرقية	٦,٨	٤,١	١٣,٠	٢,٩
شرقية شمالية	٥٦,٨	٦,٨	١٣,٢	٤,٤
شرقية	٦,٠	٤,٩	٣٢,٣	٤,٩
شرقية جنوبية	٠,٢	—	١٠,٧	٥,٧
جنوبية شرقية	—	—	—	—
جنوبية	—	—	—	—
جنوبية غربية	٣,٠	٤,٥	١,٢	٤
غربية جنوبية	١٤,٤	٥,٩	٢٥,٠	٥,٣
غربية	٢,٣	٧,٧	—	—
غربية شمالية	٠,٧٥	٥,٠	٢,٣	٥,٥
شمالية غربية	٠,٧٥	٤,٠	—	—
المجموع والمتوسط	١٠٠	٥,٧	١٠٠	٤,٧

(١) Sultanate of Oman, Ministry of Communications, Dictorate General of Civil Aviation and Meteorology (Department of meteorology), As seeb Airport and Majis stations.

بالإضافة إلى ذلك تهب رياح أخرى من معظم الاتجاهات. وتمثل الرياح الجنوبية الغربية (عكس اتجاه الرياح السائدة تقريبا) أبرزها وأكثرها تكراراً. وتزيد نسبتها خلال فصل الشتاء. ومن المحتمل أن هذه الرياح ناتجة عن اختلافات الضغط الجوي على المنطقة بين السهل والجبال المجاورة لها، حيث الضغط المرتفع والناتج عن انخفاض الحرارة من جهة ومياه خليج عمان الدافئة والمنخفضة الضغط من جهة أخرى، وهذا يعني أن المنطقة تتعرض لرياح ثنائية المنوال.

أما بالنسبة لسرعة الرياح فالجدول التالي يلخص فئات السرعة في الاتجاهات المختلفة في كلا المحطتين وذلك خلال عام ١٩٩٠ حتى يمكن استخدامها كمؤشر للسرعة ومدى تأثيرها على حركة الرمال في المنطقة.

ومن خلال هذا الجدول (رقم ٣) يمكن استخلاص ما يلي:

١ ـ تمثل فئة السرعة ١ ـ ٥ عقدة الفئة الرئيسية لسرعات الرياح، حيث يقع مايقرب من نصف الرياح الهابة على كلا المحطتين فيها. يليها الفئة من ٦ ـ ١٠ عقد ويتمثل بها بين حوالي ٣٧٪ و٤٣٪ من مجموع الرياح في محطتي السيب ومجيس على التوالي. وتتراوح نسبة الرياح الهابة على المنطقة بفئة سرعة بين ١١ ـ ١٥ بين ١١,٦٪ في السيب و٨٪ في مجيس. وتمثل فئة السرعة أكثر من ١٦ عقدة أقل من ١٪ من مجموع الرياح الهابة على المنطقة.

وتبعاً لتوزيع فئات السرعة السابقة فإنه يمكن القول أن نسبة الرياح الفعالة ذات التأثير الواضح على حركة الرمال في المنطقة والتي تزيد سرعتها عن ١٠ عقدة، تصل إلى حوالي ٥٪ في مجيس، ويرتفع الى ١٢,٥٪ في السيب فقط.

٢ ـ تتركز هبات الرياح في فئة السرعة ١١ ـ ١٥ عقدة في المنطقة في الرياح السائدة التي تهب على المنطقة باتجاهاتها الشمالية الشرقية والشرقية حيث يتمثل بها ما يقرب من ٦٠٪ من مجموع رياح هذه الفئة. ويقع مايقرب من ١٣٪ - ١٧٪ من هذه الفئة ضمن الرياح التي تهب من الاتجاه المقابل (الجنوبية الغربية) والسابق الاشارة إليها. وتهب النسبة الباقية من اتجاهات مختلفة. كذلك يلاحظ هبوب معظم رياح هذه الفئة خلال الفترة الحارة الجافة مما يزيد من فعاليتها وتأثيرها، كما تهب نسبة منها خلال الشتاء مع الرياح المقابلة للسائدة.

ويتوزع هبوب الرياح في فئة السرعة ١٦ عقدة فأكثر من الاتجاهات المختلفة، حيث لاتميل إلى التركيز في اتجاه معين.

جدول رقم (٣)

اتجاه الرياح وعدد مرات الهبوب تبعا لفئات السرعة المختلفة في محطتي السيب ومجيس (١٩٩٠) (السرعة بالعقدة)[1]

الاتجاهات	محطة السيب										محطة السيب									
	السرعة ١-٥		السرعة ٦-١٠		السرعة ١١-١٥		السرعة ١٦ فأكثر		المجموع	٪ من المجموع الكلي	السرعة ١-٥		السرعة ٦-١٠		السرعة ١١-١٥		السرعة ١٦ فأكثر		المجموع	٪ من المجموع الكلي
	عدد مرات الهبوب	٪	عدد مرات الهبوب	٪	عدد مرات الهبوب	٪	عدد مرات الهبوب	٪			عدد مرات الهبوب	٪	عدد مرات الهبوب	٪	عدد مرات الهبوب	٪	عدد مرات الهبوب	٪		
شمالية	١١٤	٣,٤٠	١٢٧	٥,١٠	٧٣	٩,٤٦	١٠	١٧,٢٤	٣٢٤	٤,٨٦	١٠٩	٣,٣	١٣٥	٤,٥٦	٤٨	٨,٧٣	٥	٩,١٠	٢٩٧	٤,٣٢
شمالية شرقية	٢٢٨	٦,٨٠	٤٢١	١٦,٩١	٧٧	٩,٩٨	١	١,٧٢	٧٢٧	١٠,٨٩	١٧٩	٥,٤٠	٢٣٣	٧,٨٧	٣٩	٧,٠٩	٩	١٦,٣٦	٤٦٠	٦,٦٨
شرقية شمالية	٣٦١	١٠,٧٧	٥١٢	٢٠,٥٧	٧٠	٩,٠٨	٥	٨,٦٢	٩٤٨	١٤,٢١	٢٣٨	٧,٢٠	٤٧٣	١٦,٠٠	٦٠	١٠,٩٠	٢	٣,٦٤	٧٧٣	١١,٢٣
شرقية	٣٤٦	١٠,٣٢	٦٥٣	٢٦,٢٣	٣٢٧	٠٤٢,٤١	١٦	٢٧,٥٩	١٣٤٢	٢٠,١٢	٢٨٦	٨,٦٠	٨٣٣	٢٨,١٧	٢٠٤	٣٧,٠٩	٣	٥,٤٥	١٣٢٦	١٩,٢٧
شرقية جنوبية	٣٢١	٩,٥٨	١٥٩	٦,٣٩	٤٨	٦,٢٢	-	-	٥٢٨	٧,٩١	٢٢٨	٦,٩٠	٥٥٥	١٨,٧٦	٨٤	١٥,٢٧	-	-	٨٦٧	١٢,٦٠
جنوبية شرقية	١٢٢	٣,٦٤	٩	٠,٣٦	-	-	-	-	١٣١	١,٩٦	١٧١	٥,١٥	١٢٨	٤,٣٢	٦	١,٠٩	-	-	٣٠٥	٤,٤٣
جنوبية	١٢٠	٣,٥٨	٨	٠,٣٢	-	-	-	-	١٢٨	١,٩٢	٣٣١	٩,٩٧	٥٨	١,٩٦	١	٠,١٨	-	-	٣٩٠	٥,٦٧
جنوبية غربية	٢٦٨	٧,٩٩	٢٨	١,١٢	٨	١,٠٣	-	-	٣٠٤	٤,٥٥	٤٤٦	١٣,٤٠	٧٤	٢,٥٠	-	-	-	-	٥٢٠	٧,٥٦
غربية جنوبية	٤١٦	١٢,٤١	١٢٣	٤,٩٤	٨٧	١١,٢٨	١٣	٢٢,٤١	٦٣٩	٩,٥٨	٦٤٤	١٩,٤٠	١٤٤	٤,٨٦	٥	٠,٩١	-	-	٧٩٣	١١,٥٣
غربية	٤٠٠	١١,٩٣	١٥٣	٦,١٥	٣٢	٤,١٥	٨	١٣,٧٩	٥٩٣	٨,٨٩	٣٤٦	١٠,٤٠	١١٠	٣,٧١	٢١	٣,٨٢	٢	٣,٦٤	٤٧٩	٦,٩٦
غربية شمالية	٤٤٣	١٣,٢٢	١٦٨	٦,٧٥	١٠	١,٣٠	٢	٣,٤٥	٦٢٣	٩,٣٤	٢٣٢	٧,٠٠	١٢٤	٤,١٩	٤٦	٨,٣٦	٢١	٣٨,١٨	٤٢٣	٦,١٥
شمالية غربية	٢١٣	٦,٣٥	١٢٨	٥,١٤	٣٩	٥,٠٦	٣	٥,١٧	٣٨٣	٥,٧٤	١٠٨	٣,٣٠	٩٠	٣,٠٤	٣٦	٦,٥٤	١٣	٢٣,٦٤	٢٤٧	٣,٥٩
المجموع	٣٣٥٢	١٠٠	٢٤٨٩	١٠٠	٧٧١	١٠٠	٥٨	١٠٠	٦٦٧٠	١٠٠	٣٣١٨	١٠٠	٢٩٥٧	١٠٠	٥٥٠	١٠٠	٥٥	١٠٠	٦٨٨٠	١٠٠

1 - Sultanate of Oman, Ministry of Communications, Directorate General of Civil General Aviation and Meteorology (Department of Meteorology). As seeb and Majis Stations tables no. 3 - 3 - 2 and 3 - 3 - 1.

ثانياً ـ التوزيع الجغرافي والخصائص المورفولوجية للتكوينات الرملية

١ ـ أنواع التكوينات الرملية وتوزيعها:

تغطى التكوينات الرملية حوالي ١٠٧٠كم٢ من سهل الباطنة (في منطقة الدراسة)، وهو ما يمثل حوالي ١٨٪ من جملة مساحة المنطقة. وتختلف هذه التكوينات من حيث توزيعها وخصائصها المورفولوجية في أجزاء السهل المختلفة.

ويختلف الباحثون في تقسيمهم للتكوينات الرملية اختلافاً بيناً فعلى سبيل المثال اعتمد امبابي وعاشور (١٩٨٥)[١] في دراستهم على الكثبان الرملية في قطر على الشكل، وقد اعتمد وارن (١٩٨٨)[٢] على معيار الحجم في تقسيمة لاشكال الرمال في منطقة الوهيبة بسلطنة عمان. على حين يرى الباز (١٩٨٦)[٣] أنه يمكن تقسيم الرمال تبعاً لمعيار الحركة والثبات فيها.

وقد اعتمدت هذه الدراسة في تقسيمها للتكوينات الرملية بمنطقة الباطنة على شكل التكوينات. وقد أمكن تقسيمها تبعا لذلك إلى ثلاثة

---

(١) نبيل امبابي ومحمد عاشور (١٩٨٣) الكثبان الرملية في شبه جزيرة قطر الجزء الأول مركز الوثائق والبحوث الانسانية جامعة قطر ـ الدوحة ـ قطر ص ٧٠ ـ ص ٧١.

(٢) **Warren,** A, (1988) The Dunes of The Wahiba, in The Scientific Results Oman Wahiba Sanand project 1985-1987, The Royal Goyal Geographical Society, The Jornal of omasn Studies Special report no.3, p.136.

(٣) EL BAZ, f. (1986) the formation and motion of dunes and sand seas, in physics of desertification, edited by el baz, f. and hassan, M.H.A. pp.70-93, martinus nijhoff publishers, Qordrecht/ Boston/ Lancaster.

أقسام رئيسية، هـذا مع الأخـذ في الاعتبار أمـاكن وجود هـذه التكوينـات. وهذه الأقسام هي أشكال الرمـال الشاطئيـة، والفرشـات الرمليـة، والكثبان الرملية.

وفي الجزء التالي سوف يتم العرض لكل قسم من الأقسام الثلاثة من حيث الشكل والتوزيع والخصائص المـورفولـوجية ويـوضح الشكـل رقـم (٦) توزيع هذه الأشكال.

١ ــ رمال الشاطىء:

ويقصد بها هنـا تلك الرمـال التي تتجمع نتيجـة الإرساب عـلى طول معظم شاطىء البـاطنة عـلى ساحـل خليج عـمان، وتكون في حـالة جـافة، وبسمـك واضح، ومن ثم تتعـرض للحركـة والانتقال تحت تـأثير وحـركـة الـرياح إلى الـداخل وتتمثـل هـذه التجمعـات في عـدة أجـزاء هي: الجـزء العلوي من الشـاطىء[١] beach face، والشرفة bermوالحـاجز الـرمـلي sand barrier، ثم أخيرا بعض التجمعات التي تجـاور الحـاجـز الـرمـلي في اتجـاه الداخل.

ورغم أن هذه التجمعات تمثل شكلاً مورفولوجيا قـائماً بـذاته، إلا أن أهميـة دراسته تـرجع أيضـاً إلى أنها تمثل في ذات الـوقت المصـدر الأسـاسي لمعظم التكوينات الرملية في المنطقة، وهذا ما سيتضح في الأجزاء التاليـة من هذه الدراسة.

وبشكـل عام يغـطي هـذا القسم حـوالي ١٣٨كم٢ أو مـا يقـرب من ١٣٪ من جملة مساحة التكوينات الرملية في المنـطقة. هـذا ويوضـح الشكل

---

(١) Pethick, J. (1984) An Introduction to coastal Geomorpholgy, Edward Arnold London, P.93.

شكل رقم (٦)
أشكال التكوينات الرمليه فى منطقة الباطنه
٣٠ ٢٠ ١٠ . كم

رمال شاطئيه
فرشات رمليه
نباك
سهل الباطنه
كثبان رمليه
جبال الحجر الغربى

صحار
الخابوره
السويق
المصنعه
رأس سوادي
السيب
الرستاق

شكل رقم (٦)
أشكال التكوينات الرملية في منطقة الباطنة

رقم (٧) بعض القطاعات العرضية على خط الشاطىء والتي تبين هذه الأجزاء، وهي كالتالي:

١ ـ الجزء العلوي من الشاطىء:

ويقصد بالجزء العلوي من الشاطىء ذلك الجزء الذي يتعرض لحركة العجيج والخضربة[١] أو حركة الأمواج Swash and backwash وحتى أقصى حد يتعرض لحركة الأمواج، وحركة المد العالي high tide، حيث يتعرض هذا الجزء للإرساب وتجمع الرواسب، ومع تعرضها لأشعة الشمس وتيارات الهواء تصبح جافة وتكون عرضة للانتقال عن طريق الرياح للداخل مما يترتب عليه نشأة وتكون وتطور التكوينات الرملية الأخرى.

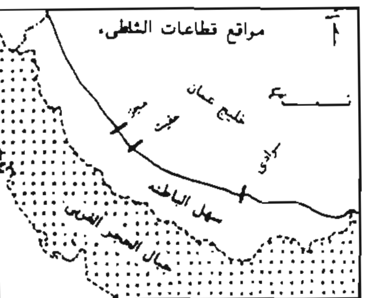
وتتميز هذه الشواطىء بضحولتها بشكل عام وإنخفاض إنحدار مقطعها العرضي حيث يتراوح بين ١ ـ ٤ درجات في معظم الأماكن[٢] ويختلف اتساعها وعرضها بين مكان وآخر، وتمتد بطول الساحل فيما عدا بعض الأجزاء الصغيرة منه حيث تظهر مقدمات رواسب بعض المراوح الفيضية التي تشكل السهل وتتعرض لنحت الأمواج مع إنحدار مقدماتها الواضح، أو ظهورها قرب الساحل تاركاً شاطئاً ضيقاً ويظهر ذلك بوضوح في شاطىء مدينة صحار والمنطقة المجاورة بطول ٣٢ كم[٣]. كما تقطعه

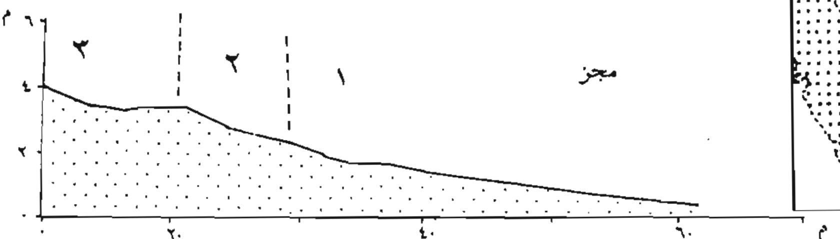
---

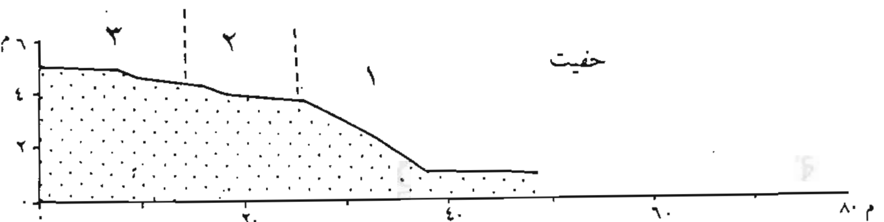
(١) وردت كلمة عجيج كمقابل لمصطلح Swash بالانجليزي وكلمة الخضربة كمقابل لمصطلح Backwash في ترجمة ليلى عثمان لكتاب سباركس (الجيومورفولوجيا) ص ٢٨٣. مكتبة الأنجلو المصرية. والأولى تعني إندفاع مياه الأمواج المنكسرة إلى أعلى الشاطىء والثانية يقصد بها الحركة الراجعة للأمواج.

(٢) تبعاً للقياس الميداني في عدة أماكن على طول الشاطىء. (شكل رقم٧).

(٣) **Dobbin,** J. (1992) Draft regulation for prevention of Coastal erostion in Sultanate of Oman, prepared for Regional Manicipalities of Environment, Sultanate of Oman, p.c -25.









شكل رقم (٧)
قطاعات عرضية على الشاطيء في مواقع مختلفة

البحيرات الساحلية التي تتكون عند مصبات الأودية خاصة الكبيرة منها على طول الشاطىء.

ويختلف اتساع الشاطىء كما سبق الذكر بين جزء وآخر على طول خط الساحل، وإن كان يزيد بصفة عامة في النصف الجنوبي عنه في النصف الشمالي، ويمتد الجزء الأول من السيب في الجنوب الشرقي إلى قرية حفيت في الغرب لمسافة حوالي ١٣٠ كم، أو مايقرب من نصف طول خط الساحل في شكل متصل تقريباً وبعرض يتراوح بين ٥٠ - ١٠٠ متر ويصل أقصى اتساع له في منطقة رأس سوادي حيث يصل العرض إلى ٢٠٠م ويمتد بطول حوالي ١ كم. وقد ينخفض العرض عن ٥٠ متر مع زيادة واضحة في الانحدار، وفي المقابل يقل العرض كثيراً في الجزء الشمالي الغربي من الشاطىء حيث يتراوح بين ١٠ - ٣٠ متر وإن كانت توجد بعض الجيوب الصغيرة التي يزيد فيها العرض عن هذه الأرقام ويتميز هذا القطاع بزيادة انحداره بدرجة أكبر وقد يبدو الشاطىء مستوياً تماماً خاصة الأجزاء الواسعة منه على حين يميل إلى التماوج في حالة إنخفاض العرض. كما تختلف المواد التي تغطيه فهي في معظمها عبارة عن رمال مختلطة بنسبة من القواقع والمحارات البحرية المجروشة في بعض الأماكن، مما يجعل لونها يميل إلى الأبيض، والذي يعكس بريقاً واضحاً مع أشعة الشمس، وتصل نسبة هذه المواد إلى حوالي ٢٥٪ من الرواسب[1]، وتوجد بعض الأماكن التي تقل بها نسبة القواقع، ولذلك تظهر الرمال بلون داكن، وقد تتحول نسبة عالية من الرمال إلى الطين أو الحصى وخاصة في الأجزاء الضيقة من الشاطىء أو تلك التي تظهر فيها مقدمات وأطراف رواسب المراوح الفيضية السابق الإشارة إليها وبشكل عام يزيد سمك الرمال كما تزيد نسبة المواد الجافة منها

---

(١) Dobbin, J. (1992) Op. Cit. p.c-21.

مـع الاتجاه إلى أعـلى الشاطىء، وفي هـذا الجزء يـظهر أثـر الريـاح بشكـل واضح حيث قد تـظهر بعض التمـوجات الخفيفـة Ripples المتباعـدة، وتبدأ حركة الرمال في اتجاه الداخل.

٢ ـ الشرفة Berm

وهي عبارة عن ارتفاع واضح من الرواسب الرملية المتجمعـة في نهاية الجـزء العلوي من الشـاطىء نـاحيـة اليـابس، ويليهـا في أغلب الأجـزاء انخفاض واضح يفصلها عن بقية الأشكال الرمليـة الأخرى واجـزاء السطح الأخرى ويتراوح ارتفاعها بـين أقل من ١,٢ مـتر إلى حوالي مـتر تقريبـا في بعض الأمـاكن شكل رقم (٧) وتمـتـد هذه الشرفـة في شكل طـولي خطي، يظهر واضحاً في الشواطىء الضيقة، أو قد يتداخل مع الحاجز الرملي الواقع خلفهـا، أو بعض التجمعـات الـرمليـة أو النبـاك، كـما تختفي في حـالـة الشواطىء الواسعة أو ينخفض إرتفاعه بشكل واضح.

ويمثل هذا الشكل منطقة انتقاليـة أو منطقـة عبور للرمـال التي تتحرك من الشاطىء العلوي في اتجاه الداخل. وقد يعكس قمة حادة أو يظهر على شكل قمة مستوية وهو يعد انعكاسا للرمـال الناتجـة من الشاطىء من حيث النـوع والحجم واللون وطبيعة الحـال فهذه الشرفـة غالبـا ناتجـة عن حـركـة الأمواج.

٣ ـ الحاجز الرملي:

لوحظ وجوده في معظم الأماكن التي أجـريت فيها دراسـة ميدانيـة كما تبين بعض الدراسات المسحية التي تمت جنـوب شرق شبه الجـزيرة العـربية باستخدام اللوحات الفضائيـة Landsate images أنه يمتـد على طـول سـاحـل

الباطنة وأن ارتفاعه يتراوح بين ٥ ـ ١٠ أمتار[١] فوق سطح البحر الحالي وفي القياسات التي أجريت عليه ميدانياً[٢] كان ارتفاعه الفعلي بين ٢ ـ ٤ أمتار فوق سطح البحر، كما هو في منطقة الغبرة، حيث تمتد فوقه بعض أنواع النبات الطبيعي وفي منطقة ديل ال بريل ومنطقة حفيت حيث امتدت فوقه بعض أنماط العمران وتوضح بعض الدراسات الحديثة على خط الساحل[٣] أن ارتفاع هذا الحاجز يتراوح بين ٢/١ ١ ـ ٢ متر فوق قمة الشرفة السابق الإشارة إليها. وأنه يمثل أحد الشواطىء البحرية القديمة المرفوعة OLD RAISED BEACH والواقع أن المنسوب الذي يوجد عليه الحاجز وامتداده وشكله يمكن أن ترجح ذلك الافتراض[٤]، وعلى حين يبدأ الحاجز بارتفاع مفاجىء من ناحية الشاطىء إلا أنه قد ينتهي في اتجاه الداخل بتدرج واضح. وتتكون على سطحه تموجات واضحة صنعتها الرياح، كما أن حجم ولون الرواسب لايختلف عن تلك التي تكون كل من الشرفة والجزء العلوي من الشاطىء، مما يعني أن هذا الحاجز يمثل كذلك منطقة انتقالية، وأن سطحه في حركة مستمرة، ألا في حالة وجود نباتات أو امتداد بعض العمران فوقه، ويعقب الأشكال الثلاثة السابقة وجود تكوينات رملية أخرى تمتد لمسافة في اتجاه الداخل ويرتبط وجود هذه المسطحات الرملية بمناطق الشواطىء الواسعة كثيفة الإرساب والأراضي المستوية، وتمثل المنطقة المجاورة لشاطىء رأس سوادي أهم هذه المسطحات، وإن كانت توجد كذلك في مناطق الغبرة وغرب السيب وشمال صحم وشمال صحار، وقد تمتد في أجزاء

---

(١) **Everttm J. R, et. al.** (1984) Landsate Survey of Southeastrn Arabia. in Deserts and Arid Lands, edited by El Baz, F. Martinus Nijhoff publisher, p. 178.

(٢) في الدرسة الحالية.

(٣) Dobbin, J. (1992) op, Cit. p.c-21.

(٤) يمكن تتبع هذه الشواطىء في أماكن مختلفة من السواحل العمانية. كما ينتشر على جوانب الأودية مدرجات على مناسيب متغايرة من الواضح أن لها إرتباط بهذه الشواطىء.

أخرى، إلا أن امتداد التأثير البشري في شكل العمران والزراعة واستغلال هذه المناطق قد اخفاها، أو غير من ملامحها، وبشكل أو آخر فإن هذه المسطحات تمثل امتدادا للأشكال الثلاثة السابق الإشارة إليها وكنتيجة لحركة الرمال في اتجاه الداخل، خاصة مع التماوج الواضح للرمال الكثيفة ذات السُمك الذي يصل إلى حوالي ٢/١ متر في بعض الأجزاء وسرعان ما تتحول هذه الرمال إلى كثبان صغيرة جنينية تمثل بداية لحقول الكثبان في المنطقة والتي سوف يتم تناولها في الجزء التالي.

العوامل المؤثرة على الإرساب:

هناك بعض العوامل التي لوحظ من الدراسة أنها تزيد من الإرساب الرملي في بعض الأماكن دون الأخرى من الشاطىء ومن أهم هذه العوامل:

١ ـ وجود بعض الرؤوس التي تتداخل في مياه الخليج head lands وهي إما رؤوس صخرية أو إرسابية. والأولى نتيجة لوجود بعض التكوينات الصخرية وامتدادها، ومن أهمها رأس الحمراء التي تمثل بداية المنطقة من الجنوب الشرقي وهي تمثل جزءاً من جبال الحجر الغربي، حيث تتقوس الجبال وتمتد لتصل إلى الخليج لتشكل رأساً ممتداً داخل المياه. وكذلك رأس سوادي التي تمثل جزيرة صخرية من الحجر الجيري تمتد داخل مياه الخليج في شكل عدة جزر قريبة من الشاطىء، ولايفصلها عن اليابس أكثر من مائة متر بالنسبة لأكبر الجزر. والنوع الثاني وهو الرؤوس الإرسابية، حيث تتقدم الرواسب المائية عند مصاب الأودية الكبيرة في شكل أقرب إلى رأس المثلث، كما هو الحال عند أودية الجزي والحواسنة وعاهن، وتقوم هذه الرؤوس بكلا نوعيها بدورين أساسيين في زيادة الرواسب، الأول: يتمثل في أن هذه الرؤوس تعمل

على تكسير الأمواج وإضعاف قـوتها والثـاني أنها تمثل مصـدراً للرواسب التي تشتق منها نتيجة لحركة الأمواج عليها. ويختلف كلا الدورين عـلى الرؤوس تبعاً لموقعها وشكلها وطريقة امتدادها داخل البحر فالمتـوقع أن عمليات النحت وتكسير الأمواج تزيد على الرؤوس الصخرية عنه عـلى الرؤوس الإرسابية نتيجة لزيادة العمق بجـوار هذه الـرؤوس الصخريـة ومقابلتها للمياه في شكل جـرف وإن كان لابـد من الأخذ في الإعتبـار ضعف تمـاسك المـواد في حالـة الـرؤوس الإرسـابيـة عنـه في الـرؤوس الصخرية. كذلك يجب الإشارة إلى أن أجسام الرؤوس الصخريـة تمثل مناطق نحت بينها تعـوض عملية الجريـان في الأودية ومـا تلقى به من رواسب النحت في الرؤوس الإرسابية.

٢ ــ وجود خط الساحل في شكل تقوس واسع، يمكن تقسيمـه إلى عدد من التقـوسات المقعـرة، التي تصنـع خلجـانـا واسعـة بينهـا بعض الأجـزاء المحـدبة التي تمتـد في اتجاه الخليـج وتظهـر واضحـة في القسم الجنـوبي الشرقي من خط الساحل، على سبيل المثـال التقعر المحصـور بين رأس الحمرا وحيل العوامر، يلية تحدب حيل العوامر وقرية حراضي ثم تقعـر بين حراضي ورأس سوادي والسويق انظر شكل رقم (٣). وتزيد كمية الإرساب في الأجزاء المقعرة والتي تمثل منـاطق لالقاء كميـات كبيرة من الـرواسب، نتيجة لاعـتراض التحدبـات لاتجاه التيـار البحري المجـاور للسـاحـل، والـذي يتحـرك في اتجـاه عـام من الشـمال الغـربي للشـمال الشرقي، وينقـل معه كميـة من الرواسب سرعـان ما تـرسب في هـذه الأجزاء وكذلك بجوار الرؤوس السابق الإشارة إليها.

٣ ــ تعمل ضحولـة المياه عـلى طول السـاحل بـدرجة واضحـة على وصـول الأمواج ضعيفة إلى الشاطىء مما يجعلها تميل إلى الإرساب.

٤ ـ يؤدي هبوب الرياح عمودية على إتجاه خط الساحل إلى نقل الرواسب من الشاطىء إلى الداخل بكفاءة عالية وخاصة في النصف الجنوبي الشرقي من المنطقة (انظر شكل رقم ٥)، وتعمل هذه الرياح على تنظيف الشاطىء بشكل مستمر مما يتيح الفرصة إلى المزيد من الإرساب عليه نتيجة عدم وصوله إلى توازن كاف.

٥ ـ كان لاستواء السطح بجوار بعض الشواطىء وعدم وجود عقبات واضحة أثره الواضح في عدم اعتراض طريق حركة الرمال إلى الداخل، مما أدى إلى انتقالها في هذه المناطق وتكوينها لتجمعات رملية، وساعد على تركز هذه الرمال في بعض المناطق، وفي المقابل فقد أدى وجود بعض العقبات المتمثلة في السبخات والتجمعات النباتية والتماوج النسبي للسطح والأخوار إلى انخفاض حركة الرمال وانتقالها ومن ثم عدم تجمعها في مناطق أخرى.

٦ ـ أضف إلى هذا الامتداد العمراني والاستصلاح الحالي للأراضي في هذه المناطق لابد وأن يحد من هذه الحركة.

ب ـ الفرشات الرملية:

تغطى الفرشات الرملية مساحة تصل إلى حوالي ٦٨٠كم^{2} أو مايقرب من ١٢٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة وهي تشغل أيضاً النصيب الأكبر من المساحة التي تغطيها التكوينات الرملية أي حوالي ٦٤٪ من جملة هذه المساحة[١] وتمتد هذه الفرشات في شكل غطاء بامتداد سهل الباطنة من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، وتبعد عن خط الساحل بمسافة تتراوح

(١) تم قياس المساحات من الخرائط الجيولوجية ١: ١٠٠٠٠٠. و١: ٥٠٠٠٠ التي تغطى المنطقة.

بين ٢ ـ ٦ كيلو متر وتمتد إلى داخل السهل بعرض يتراوح بين ٢ ـ١٢كم وتقع إلى الداخل من نطاق العمران والأراضي المزروعة وغالباً ما توجد مجاورة للطريق الرئيسي الذي يمتد بطول الباطنة ويربط مسقط العاصمة بدولة الإمارات «حيث توجد على يساره» ممتدة إلى الداخل منه.

ويختلف عرض وشكل وامتداد هذه الفرشات بين جزء وآخر وهي تزيد في القسم الجنوبي الغربي من السهل من حيث هذه الخصائص عن القسم الشمالي الغربي ففي القسم الأول يزيد العرض بدرجة قد تصل إلى ثلاثة أضعاف عرضه في القسم الثاني، ويمتد مع امتداد مجاري الأودية وتأخذ نفس وشكل توزيعها للرواسب عند مصباتها وانتشارها المروحي فوق الأراضي السهلية المنبسطة، على حين تتجمع في القسم الشمالي في شكل مسطحات متصلة وليس لها صفة الإمتداد والإنتشار مع الأودية (انظر شكل رقم (٦) الذي يوضح توزيع وشكل وامتداد هذه التكوينات).

وتتشكل هذه الفرشات بصفة أساسية من الرمال (سوف يتم تناول الحجم والخصائص الأخرى في الجزء الثاني) ويتراوح سمك هذه الرواسب بين ٥ ـ ٣٠سم[١]. وقد تظهر هذه الفرشات واضحة في معظم المواقع وإن كان سطحها يبدو أكثر خشونة نتيجة لفعل وتأثير الرياح عليه. كما قد يختفي الغطاء تحت طبقة رقيقة من الطمي وأحياناً من الحصى والحصباء، ربما كانت ناتجة عن ارسابات السيول التي تنتشر على أجزاء واسعة مع تشعب الأودية فوق السهل، ومثل هذا الوضع يظهر واضحاً في بعض الفرشات الرملية القريبة من الخليج العربي في الكويت[٢].

(١) وفقاً للقياس الميداني في ١٥ موقع.

(٢) السيد السيد الحسيني (١٩٨٨) جيوورفولوجية منطقة الخيران جنوب الكويت. بحث منشور ضمن السلسلة العلمية التي تصدر عن وحدة البحث والترجمة. قسم الجغرافيا. جامعة الكويت. الجمعية الجغرافية الكويتية ص ٤١ ـ ٤٢.

ويغطي النبات الطبيعي أجزاء واسعة من المناطق المغطاة بالفرشات الرملية إلا أنه يبدو قليلاً في كثافته ويظهر في شكل مبعثر، وترجع انخفاض كثافته إلى عدة عوامل، لعل أهمها قلة الأمطار، وزيادة ملوحة التربة، وارتفاع معدلات التبخر، بالإضافة إلى فعل وأثر الإنسان، والذي يتجلى في قطع الأخشاب والتحطيب بالإضافة إلى عمليات الرعي الجائر. وعلى كل فالأنواع هنا من الأعشاب والشجيرات القصيرة والتي لها القدرة على تحمل الملوحة وأهم الأنواع والفصائل من السدر والحسك الشوكي[1].

وبشكل عام تمثل هذه المناطق مصدراً هاماً للرمال الناعمة التي تنقل الرياح كميات منها من سطح هذه الفرشات إلى المناطق المجاورة مما يزيد من خشونة هذا السطح كما سبقت الإشارة، وتغطية مساحات جديدة من أراضي السهل بالرمال المنقولة، فضلاً عن الآثار الأخرى التي تترتب على عمليات الهبوب من انخفاض للرؤية وإثارة للمتاعب والمشكلات الصحية، كما تزيد من عمليات التصحر، (سوف يتم تناول هذا الموضوع في الأجزاء التالية) ويمتد تأثير هذه الرمال على العمران والأراضي الزراعية.

ج ـ الكثبان الرملية:

تغطى الكثبان الرملية بأشكالها المختلفة مساحة تقدر بحوالي ٢٦٠ كم٢ أو مايقرب من ٤٪ من جملة مساحة المنطقة. وهي تشكل حوالي ٥٫١٪ مساحة التكوينات الرملية في المنطقة أو ٢٤٪ من جملة ما تغطية التكوينات الرملية هذه، وتبعاً للدراسة الميدانية ودراسة الخرائط والصور الجوية للمنطقة

---

(١) Everett, J.R. et. al, (1984) Op.cit. p.180.

وجد أن هذه الكثبان تختلف من حيث الشكل اختلافاً بيناً، فتوجد الكثبان الهلالية، والنباك، والتجمعات العرضية، والكثبان الطولية، كما توجد الأنواع المركبة. ومن ناحية الموقع فإنه يمكن تقسيم الكثبان إلى كثبان ساحلية، وكثبان داخلية، وهذا هو التقسيم الذي سيتم الاعتماد عليه في الدراسة الحالية، حيث سيتم العرض لكلا القسمين مع تناول أنواع الكثبان من حيث الشكل داخل كل قسم على حده. والشكل رقم (٦) يوضح أهم هذه الأشكال وتوزيعها على منطقة الباطنة.

١ ـ الكثبان الساحلية:

وتتكون قرب الشاطىء الحالي، وهي تمثل إمتداداً للرواسب الشاطئية السابق التعرض لها، حيث تبدأ في التكوين مع تجمع ووفرة الرمال المنقولة أساساً من الشاطىء، ولذلك فإنها من حيث أحجامها وكثافتها ومساحة المنطقة التي تغطيها، تمثل انعكاساً لظروف الإرساب وطبيعة السطح المجاور الذي تنتقل فوقه، ومدى خلوه من العوائق، وتمتد هذه الكثبان في شكل مبعثر ومساحات صغيرة على طول خط مواز للساحل. وتبدو في شكل جنيني[1] غير كثيفة تغطى معظم أجزاء السطح، وتترك مسافات بينية صغيرة وتظهر متعرجة وذات أطوال مختلفة وقد يوجد بعض منها له اتجاهات مائلة نسبياً على الاتجاه العام (سوف يتم التعرض لأبعاد الكثبان والتحليل المورفومتري في الجزء التالي)، وهي تعكس شكل الكثبان الطولية في مراحلها غير المتقدمة. كما توضح التغاير في أشكال الكثبان في المنطقة. وتعكس الرمال هنا أكثر من لون حيث تظهر في شكل أصفر ذهبي في الغالب، أو اللون الرمادي، وكذلك اللون الأبيض الناتج عن القواقع

---

(١) استخدم المصطلح في دراسة نبيل امبابي ومحمود عاشور على الكثبان الرملية في قطر (١٩٨٣) الجزء الأول ص ٧٦ ـ ٧٧ للدلالة على الكثبان الهلالية في مراحل تكوينها الأولى.

والمحارات المطحونة، وهي تتكون من الرمال الناعمة المفككة والسائبة والتي تتحرك في اتجاه الداخل صوب الأراضي الزراعية والمساكن الواقعة في طريقها والتي أصبحت تعاني من حركة هذه الرمال بشكل واضح. والشكل رقم (١٤) يوضح محاور الكثبان واتجاه الحركة، وأنماط استخدام الأرض الواقعة أمام هذه الكثبان، هذا وقد تتحول بعض هذه الكثبان إلى نباك تغطيها النباتات في شمال المنطقة كنتيجة لتحركها في مناطق منخفضة تمثل سبخات قديمة.

ب ـ القسم الشمالي الغربي من المنطقة وتتمثل فيه الكثبان الساحلية في مساحات قزمية صغيرة متفرقة ومتباعدة وتنتشر على طول الساحل مجاورة للشاطىء مباشرة في أغلب المواقع وبشكل عام يمكن حصر ما يقرب من إحدى عشرة منطقة أهمها: قصبة الزعاف وقصبة الحواسنة ـ قصبة البوسعيد ـ ديل ال بريك ـ مخيلين ـ خور الحمام ـ صحم أبو الضروس ـ مجز الصغرى والكبرى ـ جنوب وشمال مدينة صحار ـ شمال مجيس (وذلك من خلال الخرائط والصور الجوية التي تغطي المنطقة) شكل رقم (٦). وتعتبر منطقتي أبو الضروس ومجز أهم هذه المناطق وأكبرها مساحة، على حين تعرضت معظم المناطق الأخرى إلى التأثير البشري سواء عن طريق البناء فوقها، أو إستغلالها كمواد للبناء، كما تعرضت لعمليات الاستصلاح والزراعة.

وفي ديل ال بريك ومجز الصغرى والكبرى وجد أنها عبارة عن نباك في أغلبها تغطية شجيرات أو بعض الأعشاب في مواقع أخرى وأنها تتكون من نفس نوعية رمال الشاطىء في هذه المناطق وتوجد بارتفاعات تتراوح بين ١ ـ ٣ أمتار فقط، وفي شكل طولي ممتد لايزيد عن ٢٠ متر، أو في شكل

أكوام مستديره يتراوح قطرها بين ٢ ـ ٦ أمتار، وهي متفرقة متباعدة وفي حالة شبه ثابتة وإن كان وجود بعض التموجات الرملية على أجسامها يدل على تعرض اجزاء سطوحها الخالية من النبات والأراضي الواقعة بين هذه النباك إلى الحركة في شكل هبات خاصة مع وجود الرياح القوية.

٢ ــ الكثبان الداخلية:

ويقصد بها تلك الكثبان الواقعة على مسافة بعيدة عن الشاطىء، ويفصلها عنه وعن الكثبان الساحلية نطاق من الأراضي الزراعية، والحلات العمرانية والقرى، والتجمعات السكنية الواقعة على مسافة من خط الساحل أو تغطي نطاق الخبرات سابق الإشارة إليها، والذي يمثل أخصب أجزاء سهل الباطنة وتتميز الكثبان هنا بالإضافة إلى موقعها البعيد نسبياً عن الشاطىء الحالي بأنها ناضجة مكتملة المعالم، وواضحة الشكل، وأكبر حجماً فضلاً عن أنها تغطي مساحات أكبر، وهي توجد في مناطق متفرقة وبعيدة عن بعضها وبشكل عام فقد أمكن حصر عدة مناطق لازالت تتمثل بها الكثبان دون أن تمتد إليها يد الإنسان بشكل واضح وهي مناطق بوشر ووادي المعاول وجما وتقع هذه المناطق في القطاع الجنوبي الشرقي من سهل الباطنة. كما توجد بعض المناطق الأخرى الأصغر في المساحة والمختلفة في نمط وشكل الكثبان بها، والتي تعرضت للتدخل البشري بدرجة كبيرة وتنحصر في عدة مناطق هي المعتمر ـ ديل ال بريك ـ حفيت ـ مجز الصغرى والكبرى (شكل رقم ٦).

أ ــ منطقة بوشر:

تغطي الكثبان مساحة تقدر بحوالي ٢٢كم^2 وتتجمع الكثبان في شكل

حافات مختلفة الإتجاه ومتراكمة ومتداخلة مع بعضها مما يعطي نمط الكثبان المركبة Compound، ويبدو من شدة تداخلها عدم إمكانية تتبع كثيب قائم بذاته كاملاً ومنفصلاً. وإن كانت اتجاهات محاور الكثبان غالباً شمالية شرقية جنوبية غربية أي عمودية تقريباً على اتجاه خط الساحل الذي لا تبعد عنه إلا بحوالي ٣ كيلومترات، وتتفق مع الاتجاه السائد هنا للرياح، وإن كانت توجد بعض المحاور التي تمتد بشكل مائل على هذه الاتجاهات ونتيجة لتجمع هذه الحافات وتراكمها فقد ارتفعت في معظم أجزائها بدرجة كبيرة، وتصل أعلى نقطة في قمم هذه الكثبان إلى ١٢٥ متراً فوق سطح البحر أو ٧٥ متراً فوق سطح الأرض المجاورة التي ترتفع بحوالي ٥٠ متراً فوق سطح البحر. كما تتميز بوجود قمم حادة تظهر متعرجة ومختلفة الاتجاهات. ويرجع تجمع هذه الكثبان وتراكمها بالشكل السابق إلى وصولها للحافة الجبلية متمثلة في بداية جبل بوشر، مما أدى إلى توقف حركتها تماما في اتجاه الحركة الذي نشأت عليه ونتجت عنه.

ومازال يمثل هذا التوقف الصفة الأساسية لهذه المجموعة كما أن وجودها ملاصقة للحافة الجبلية قد زاد من نصيبها من كمية الأمطار الساقطة، مما انعكس على وجود بعض الأعشاب، والنباتات القليلة، التي تغطي أجزاء من سفوح هذه الحافات، وتتعرض حاليا هذه المجموعة إلى امتداد العمران على حوافها المنخفضة كما هو الحال في منطقة الخوير المجاورة، والمباني المجاورة أيضاً للاستاد الرياضي في المنطقة، بالإضافة إلى استغلال كميات كبيرة من الرمال في البناء وبعض الصناعات قد أدى إلى اقتطاع أجزاء من جوانب هذه الكثبان. ورغم توقف الحركة في أجسام هذه الكثبان نتيجة للظروف السابقة إلا أن وجود التموجات الرملية والقمم الحادة المتعرجة، تعد دليلا على الحركة، ولكنها في جملتها لاتتعدى الحركة الداخلية، داخل حيز ونطاق المجموعة ولاتتعداه في أي اتجاه.

والرمال هنا ناعمة يميل لونها إلى الأصفر القاتم المائل إلى الرمادي، حيث تزيد نسبة المواد داكنة اللون، وهي هنا لا تختلف عن رمال وكثبان الشاطىء المقابلة لها في منطقتي القرم والعذيبة كثيراً، من حيث حجم ولون الرمال، والواقع أن المتتبع للرمال في المنطقة يجد أن التكوينات الرملية في بوشر لا تنفصل عن رمال وثبان الشاطىء بأي من العوائق الطبيعية، بل أن الدراسة الميدانية قد كشفت عن أن هناك امتداداً بينن كلا الجانبين يتمثل في بعض الكثبان قليلة الإرتفاع والنباك التي امتدت فوقها المساكن والمباني والطرق التي تمثل عائقاً بشرياً صناعياً فصل المجموعتين عن بعضهما، ويوضح الشكل (٦) الاتصال بين هذين النوعين من التجمعات، ويعكس الإمتداد بينهما، وأنهما يشكلان منطقة واحدة أصلاً.

ب ــ منطقتي المعاول وجما:

(وقد تم الجمع بينهما للتشابه الواضح والكامل في نوعية وشكل الكثبان وخصائصها الأخرى)، ويوجد فيهما نمط من الكثبان الطولية الممتدة في مسافات طويلة وخطوط مستقيمة ويفصل بين كل كثيب وآخر مسافة تكاد تكون متقاربة (الأبعاد ستناقش في جزء لاحق). وتمتد هذه الكثبان في اتجاهات عامة من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي بشكل عمودي على خط الساحل ويتفق ذلك مع الاتجاه السائد للرياح من جهة، وكذلك الرياح المقابلة لها والتي تأتي من ناحية الجنوب الغربي من جهة أخرى، وتظهر خطوط محاور هذه الكثبان في نمط متواز. وتميل الكثبان الكبيرة الحجم إلى التفرع على شكل حرف(y). وتغطي الكثبان في منطقة المعاول جزءاً من المروحة الفيضية للوادي (وادي المعاول) المستوية السطح تماما تقدر بحوالي ٢٩كم^{2} وتمتد هذه المنطقة بطول حوالي ١٥كم وبمتوسط عرض حوالي

٢كم فقط، وتبعد هذه المنطقة بحوالي ٨ كيلو مترات عن خط الساحل، ويصل عدد هذه المجموعة إلى حوالي ١٢ كثيب طولي. أما الكثبان في منطقة جما فتغطي مساحة حوالي ١٠٤كم٢ وهي بهذا تمثل أكبر تجمع للكثبان الرملية في منطقة الباطنة بالكامل، ويصل طول المنطقة إلى حوالي ٢٠ كم ويتراوح عرضها بين ٢ ـ ١٢ كم حيث يقل العرض عند طرفي المنطقة الشرقي والغربي، ويزيد بشكل واضح في الوسط، وبمتوسط عرض عام حوالي ٧ كم ويوجد في هذه المنطقة حوالي ٢٩ كثيب طولي، وتقع هذه المنطقة للداخل بعيداً عن خط الساحل بحوالي ١٨ ـ ٢٠ كم، ولذا فهي تقترب من الحافة الجبلية المجاورة والواقعة للغرب منها، بل أنها تلامسها في بعض الأجزاء، وهي بذا تقع فوق الأجزاء العليا من السهل وتمتد فوق سطوح المراوح الفيضية كما تقع فوق بعض أجزاء من بقايا رواسب المراوح الفيضية القديمة المتمثلة في شكل منسوب أو إثنين من المدرجات حول هذه المجموعات وقد تظهر بينها في موقع أو اثنين. وتمر مجاري بعض الأودية بين الكثبان لتفصلها في مجموعات متفرقة. وجدير بالذكر أن كلا المنطقتين تقعان مقابل منطقة رأس سوادي السابق الإشارة إليها والتي تمثل أكبر تجمع كذلك للكثبان الساحلية، وكذلك عرض الشاطىء وكثافة الرواسب عليه.

ورغم أن أجسام هذه الكثبان تمتد لمسافات طويلة مستقيمة شبه ثابتة، حيث تغطيها جزئياً أنواع من الأعشاب الصحراوية القليلة، إلا أن قمم هذه الكثبان تتكون من الرمال المفككة والمتحركة والتي تصنع مجموعة من الحواف الحادة والمتعرجة فوق جسم الكثيب الواحد بإمتداد محوره الطولي، والتي من الواضح أنها تتحرك للأمام ويتغير وضعها جانبياً مع الرياح.

كما يختلف الانحدار على جانبي الكثيب بشكل واضح (سيتم تناول

الأبعاد وزوايا الانحدار والخصائص المورفومترية في الجزء التالي) حيث يتكون كساح وصباب واضحين على جسم الكثيب، وبشكل عام تتكون أجسام هذه الكثبان من رمال ناعمة يميل لونها إلى الأصفر المشوب بإحمرار خفيف، كما ينعكس اللون الرمادي القاتم من سطوح هذه الكثبان بدرجة واضحة، كما تعكس الذرات الدقيقة والناعمة أشعة الشمس وهي تمثل بقايا القواقع والمحارات المطحونة.

وتشير الدراسات السابقة[1] إلى أن وجود الكثبان الرملية الطولية يرجع نتيجة لوجود كميات كبيرة من رمال المصدر Large supply ورياح قوية، وأن هذه الرياح غالبا ما تكون ثنائية أي تهب من اتجاهين مختلفين، كما يفضل أن يكون سطح الأرض مضرساً، وجدير بالقول أن هذه الشروط الثلاثة تتوافر في المنطقة ـ وكما وضح من خلال العرض السابق ـ مما أدى إلى وجود هذا النمط من الكثبان.

أما المناطق الأخرى الواقعة في القطاع الشمالي الغربي من سهل الباطنة فيتمثل بها كثبان النباك بصفة أساسية وتوجد في عدة مناطق متفرقة ومتباعدة، وتتمثل بصفة أساسية في مناطق المعتمر ومجز وحفيت ففي منطقة المعتمر الواقعة للغرب من مدينة المصنعة تغطي النباك مساحة تقدر بحوالي ١٦ كم٢ تتجمع في منطقة مثلثة الشكل قاعدته للداخل ورأسه قرب طريق

---

(١) انظر مثلاً:

* El Baz, F. (1986) Op. Cit. P.80.

* Mainquet, M. (1984) Classification of dunes based on aeolian dynamics and sand budget, in deserts and Aridlands, edited by El-Baz, F. Martinus Nijhoff publishers, tHE Hague / Boston / Lancaster, P.33.

(*) امبابي وعاشور (١٩٨٣) مرجع سبق ذكره ص ٨٩.

الباطنة الـرئيسي، وتتميز النبـاك بانخفـاض ارتفاعهـا الذي يـتراوح بين ١ - ١ ١/٢ متر، وهي كثيفة ومتقـاربة ويغـطي سطحهـا بعض شجيرات الأراك، وهي ثـابتة تمـاماً وتحيط بهـا الأراضي الزراعيـة من معظم الجهـات كما تمتد المساكن الجديدة فوق أطـرافها، ممـا أدى إلى تقلص المساحـة السابقـة (هذه المساحة تمثل الوضع عام ١٩٨٥).

وفي منطقة مجز الصغرى وإلى الغرب من القرية والطريق الرئيسي، توجد مجموعات متفرقة من النباك، تغطي أو بمعنى أدق كانت تغطي مساحة حوالي ٣٥ كم^2، ويـتراوح الإرتفاع فيهـا بين ٢ - ٤مـتر، وتظهـر الكثبان في هـذه المجموعات متفرقة ومتباعدة أحياناً، ومتجمعة متقاربة أحياناً أخرى، وتغطي قممهـا شجيرات الأراك غـالباً، والـذي يتعرض لاجتثـاث جذوره من قبـل السكان حيث يستغل في عمل السواك، مما يعمل على خلو قمم بعضها من النبات، وتعرضهـا بالتـالي للحركـة وهذا واضـح من خلال التمـوجات التي صنعتها الرياح فوق الأجزاء العليا من هذه الكثبان.

أمـا في حفيت فتغـطي النبـاك حـوالي ١٢ كم^2 في شكـل مجمـوعـات متفرقة، لم يبق إلا النذر اليسير منها، نتيجة طغيان المباني عليهـا، وإستغلال رمالها في عمليات البناء، بـالإضافـة إلى عمليات الاستصـلاح الواسعـة التي اقتطعت أجزاء واسعة منها، هذا بالإضافة إلى بعض المنـاطق الأخرى، التي تـوضحها خـريطة التـوزيعات للتكـوينات الـرمليـة شكـل رقم (٦) والتي لم تشملها الدراسة الميدانية.

٢ - أبعاد الكثبان الرملية

تم قياس أطوال الكثبان وعرضها من الصور الجوية ولوحات الموازيك (بمقياس ١/٢٠٠٠٠) التي تغطي المنطقة، كما استخلص الإرتفاع من خلال

طـول الكسـاح وزاويـة انحـداره[1]، والتي قيست ميـدانيـاً. وقـد أجـريت القياسات على ثلاث مناطق وهي: كثبـان جما والمعـاول ورأس سوادي حيث تمثل هذه المناطق أفضل الأجـزاء التي تظهـر فيها الكثبـان بوضـوح مما يمكن من عمل قياسات عليها. والجزء التالي يبين نتائج هذه القياسات.

أ ـ منطقة جما

تم قيـاس كـل من الـطول والعـرض لجميـع الكثبـان في المنـطقـة، وأظهـرت القياسـات أن المتوسط العـام للطول يصل إلى أربعـة كيلومترات، ويختلف طـول الكثبـان من مـوقـع إلى آخـر، حيث يـتراوح بـين ١ كم - ٩,٦كم تقريباً، وكان الطول يزيد في الأجـزاء الشمالية الغربيـة من المنطقـة ويقل مع الاتجاه إلى الجنوب الشرقي. (وعلى سبيل المقارنة تراوح الطول في كثبان قطر (الطولية)[2] بـين عدة مئـات من الأمتار إلى عـدة كيلو مترات). هذا كما يصل المتوسط العام لعرض هذه الكثبان إلى حوالي ٣٦ متر ويتراوح عـادة بين ١٥ - ٥٠ مـتر وإن كانت سجلت بعض الحـالات التي انخفض فيها إلى ٥ أمتار فقط، وكان ذلك في الكثبان المتفرعة من الكثبان الرئيسية، ولم يـزد العرض عن ٦٠ مـتر في أكبر الكثبـان، ويلاحظ بشكـل عام زيـادة العرض في حالة الكثبان القصيرة وانخفاضه في حالـة الكثبان الـطويلة وربما يـرجع هـذا إلى تفرع الكثبـان الطويلة عـلى شكل حـرف (y) كما ذكـر من قبـل، وانخفـاض العـرض في الفـروع، بينـما الكثبـان القصـيرة لاتميـل إلى التفرع.

أما بالنسبة للارتفاع فقد تراوح بين ٦ ـ ٨ أمتار بمتوسط ٧ أمتار. ولم

---

(١) الارتفاع = طول الكساح × جيب زاوية الانحدار.

(٢) امبابي وعاشور (١٩٨٣) مرجع سبق ذكره ص ٩١.

يلاحظ اختلاف واضح بين أنواع الكثبان أو أجزاء المنطقة. وربما يكون ذلك راجعاً إلى العينة التي تم الإعتماد عليها خلال الدراسة الميدانية لقياس الكساح والصباب في هذه الكثبان.

كذلك قيست المسافات الفاصلة بين الكثبان (المسافات البنية Corridors) من نفس المصادر التي قيس منها الطول والعرض وقد وجد أن هذه المسافات تختلف بين الكثبان، كما تختلف بين جزء وآخر من المنطقة التي تغطيها وتراوحت هذه المسافات بين ٦٠ ـ ١٠٠ متر وبمتوسط عام حوالي ٧٠ متر ولم تقل هذه المسافات عن ٤٠ متراً في حين ارتفعت في بعض الحالات إلى حوالي ٢٠٠متر. وبشكل عَام كانت المسافات واسعة بين الكثبان الطويلة وضيقة بين الكثبان القصيرة، والكثبان الفرعية.

ب ـ منطقة المعاول

يتراوح طول الكثبان في منطقة المعاول بين ١ كيلو متر إلى ٧,٣ كيلومتر وبمتوسط عام حوالي أربعة كيلومترات، وهي نفس أرقام منطقة جما تقريباً وإن كانت تختلف في أن المدى أو الفارق بين الكثبان القصيرة والطويلة ينخفض عن مجموعة جما، حيث تتقارب الأطوال بين كلا النوعين.

ويتراوح العرض بين ١٠ ـ ٢٣ متر وبمتوسط عام ١٢ متراً فقط وهي أرقام تقل كثيراً عن تلك الخاصة بكثبان جما، وإن كان الإرتفاع يتقارب كثيراً بين كلا المنطقتين حيث يتراوح بين ٥ ـ ٩ أمتار وبمتوسط عام حوالي ٧ أمتار.

وتتراوح المسافات الفاصلة بين الكثبان بين ٩٠ ـ ١٢٣ متر وبمتوسط عام حوالي مئة متر وهو متوسط أكبر من ذلك الخاص بكثبان جما، هذا

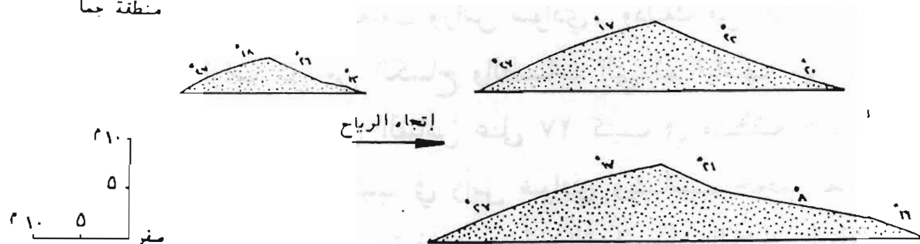
بالإضافة إلى أن المسافات هنا متقاربة، وربما يرجع هذا إلى التقارب الواضح بين أطوال الكثبان والسابق الإشارة إليه.

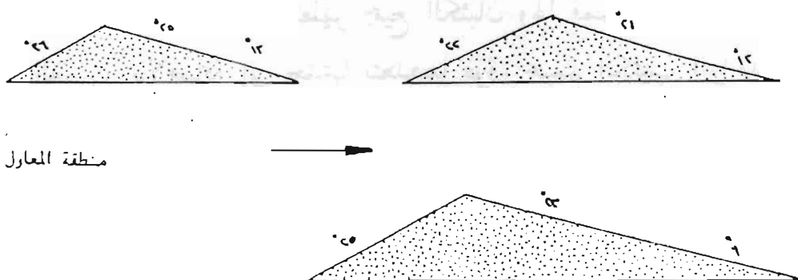
ج ـ منطقة رأس سوادي

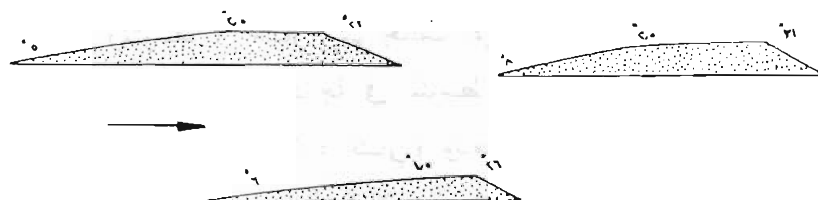
يصل المتوسط العام لطول الكثبان في رأس سوادي إلى حوالي ٦٠٠ متر ويختلف الطول في الأجزاء القريبة من الشاطىء عنه في الأجزاء الداخلية، حيث تراوح بين ٢٠٠ ـ ٥٠٠ متر وبمتوسط ٣٤٠ متر، في الأولى، ويتراوح بين ٢٠٠ ـ ٧٠٠ متر وبمتوسط ٤٥٠ متر في الأجزاء الداخلية، ويعكس هذا زيادة الطول مع الاتجاه للداخل نتيجة التلاحم بين أطراف الكثبان مع تقدمها وتحركها في هذا الاتجاه والذي نتج عنه زيادة واضحة، في أطوال بعض الكثبان، حيث سجلت أطوال زادت عن كيلو ونصف الكيلومتر، وتتميز الكثبان في هذا الجزء بانخفاض ارتفاعها حيث يتراوح بين ٢ ١/٢ - ٣ ١/٢ متر فقط.

ونظراً للتقارب الواضح بين الكثبان والذي يصل إلى حد التداخل في بعض الأماكن، فلم يتم التمكن من قياس المسافات بينها، وكانت هناك صعوبة كذلك في قياس العرض بدقة بما يعطي نتائج يمكن الاعتماد عليها.

ومن العرض السابق يتضح أن هناك تشابهاً واضحاً بين شكل الكثبان الطويلة في منطقتي جما والمعاول، وأن هناك تقارباً واضحاً كذلك بين أبعادها، اضف إلى ذلك موقعها الداخلي البعيد نسبياً عن الشاطىء الحالي وتعكس مثل هذه الظروف احتمال أنها ترجع إلى ظروف متشابهة، كما تعكس أشكال وأبعاد الكثبان في منطقة سوادي أنها تختلف نسبياً عن الكثبان في كلا المنطقتين السابقتين، رغم التشابه في الشكل الطولي غالباً بينها، وقد يرجع ذلك إلى حداثة هذه الكثبان في رأس سوادي عنه في جما والمعاول.







شكل رقم (٨)
أشكال القطاعات العرضية لنماذج من الكثبان الرملية

٣ ـ خصائص الشكل

يناقش هذا الجزء شكل الكثبان في المناطق الثلاث السابق قياس أبعادها وهي مناطق جما والمعاول ورأس سوادي. وذلك من خلال العرض لأطوال وانحدارات كل من الكساح والصباب التي تم قياسها ميدانياً على شكل عينات حيث أجري القياس على ٢٧ كثيب في منطقة جما، و١٢ كثيب في المعاول، و١٨ كثيب في رأس سوادي ويتناسب حجم العينة مع عدد الكثبان في كل منطقة. وتوضح عملية القياس أن الكثبان الطولية في المناطق الثلاث تتكون جوانبها من كساح وصباب واضحين تماما ويختلفان في الطول ودرجة الإنحدار بينهما، كما يختلفان بين كثبان منطقة وأخرى وبين كثبان المنطقة الواحدة. كما تظهر جميع الكثبان ولها قمم حادة واضحة وتتميز هذه القمم، بالإضافة إلى حدتها بتعددها فوق جسم الكثيب الواحد، وعدم استقامتها، وتعرجها، ويوضح الشكل رقم(٨) أشكال كل من الكساح والصباب لبعض عينات الكثبان في المناطق الثلاث.

وفي جما وضح من عملية القياس ما يأتي:

أ ـ يتكون الكساح من جزئين الأول يتراوح بين ٧ ـ ١٨ متراً بمتوسط حوالي ١٣ متر، والثاني أقصر من الأول ويتراوح طوله بين ٣ ـ ٩ أمتار وبمتوسط ٦ أمتار. كما يختلف الإنحدار على كلا الجزأين حيث يصل إلى حوالي ٢٤ درجة في المتوسط في الجزء الأول، وينخفض إلى ١٣ درجة فقط في الجزء الثاني؛ وتبعا لذلك فقد جاء الكساح على شكل محدب تقريباً (انظر شكل رقم ٨).

ب ـ يتكون الصباب أيضاً من جزأين واضحين، الأول: قصير شديد الانحدار يتراوح طول بين ٤ ـ ٦ أمتار فقط، وبمتوسط ٥ أمتار

وبانحدار درجة في المتوسط. وفي المقابل فإن الجزء الثاني، يتراوح طوله بين ٣ ـ ١٦ متراً، وبمتوسط ١٠ أمتار وينخفض الإنحدار إلى أقل من عشر درجات فقط. وعلى حين يمثل الجزء الأول، الصباب الحقيقي والفعلي للكثيب، فإن الجزء الثاني يمثل امتدادا للرمال من الجزء الأول أو مايطلق عليه مصطلح Plinth أو القاعدة(١). وبشكل عام يبدو الصباب مقعراً.

ج ـ يحصر كلا من الكساح والصباب بينهما قمة واضحة وحادة، تمتد على جسم الكثيب في شكل خطي يفصل بين كلا الجزأين.

وفي منطقة المعاول يتكون الكساح في الكثبان من مقطع واحد مستقيم بطول حوالي ١٥ متر، وبإنحدار يصل إلى ٢٧ درجة، على حين يظهر الصباب أطول من الكساح حيث يصل طوله إلى ٢٥ متر في المتوسط، كما ينخفض إنحداره كذلك ليصل إلى حوالي ١٦ درجة في المتوسط، ولذلك يظهر كلا القسمين في شكل مستقيم. وربما يعكس هذا نظام وحركة الرياح، أو تطور الكثبان (انظر شكل رقم ٨).

وفي رأس سوادي أوضحت عملية القياس على الكثبان ما يلي:

أ ـ يصل طول الكساح إلى حوالي ٢٥م في المتوسط ويتكون من جزأين الأول منها طوله ١٥ متر، والثاني ١٠ أمتار في المتوسط. كما قد يوجد جزء ثالث في بعض الكثبان (حوالي ٣٠٪ من العينة)، ويصل إنحدار الكساح إلى ٥ درجات في المتوسط، ويزيد في الجزء الأول الأطول ليصل إلى ٦ درجات، وينخفض في الجزء الثاني الأقصر إلى أقل من ٤ درجات فقط.

ب ـ يتكون الصباب في هذه المجموعة من جزء واحد شبه مستقيم أو مقعر خفيف في حالة زيادة طوله، ويصل متوسط الطول إلى ٥,٥ متر ويتراوح بين ١,٢ ـ ٧,٥ متر في العينة. ويزيد الإنحدار بشكل واضح على الصباب ليصل إلى ٢٦ درجة في المتوسط ويتراوح بين ٢١ ـ ٣١ درجة (انظر الشكل رقم ٨).

ومن العرض السابق يتضح اختلاف شكل كل من الكساح والصباب ودرجات انحدارهما بين الكثبان في المواقع الثلاث السابقة. ومع أن الاختلاف بين الكثبان في رأس سوادي عنه في المنطقتين الأخريين يعد امراً مقبولاً تبعاً للاختلاف الذي وضح عند مناقشة الأبعاد، إضافة للموقع والخصائص الأخرى، فإن الاختلاف بين كل من الكثبان في جما عن الكثبان في المعاول من حيث القطاع العرضي يعتبر أمراً مختلفاً مع المعطيات السابقة، التي وضح منها التشابه في خصائص الأبعاد والموقع. وبشكل عام تشير التفسيرات في الدراسات السابقة إلى أن هذا راجع إلى عاملين أساسيين هما: اتجاه الرياح وكمية الرمال كما يمكن إضافة عامل الزمن مما يؤثر على تطور الكثبان.

ثالثاً ـ خصائص الرواسب

١ ـ أحجام الرواسب

بغرض تحديد أحجام الرواسب في التكوينات الرملية تم جمع وتحليل عدد ٥٢ عينة رواسب موزعة كالتالي: ٣٣ من مناطق الكثبان (منها ١٨ عينة من كثبان جما، و ٩ عينات من كثبان رأس سوادي، و٦ عينات من كثبان بوشر). و٥ عينات من كثبان النباك (٣ عينات مجز الصغرى، و٢ عينة من المعتمر). و٦ عينات من الفرشات الرملية (٢ من كل من ديل آل بريك وحفيت وغرب المصنعة). و٨ عينات من منطقة الشاطىء (٤ من الشاطىء و٤ من الحاجز الرملي موزعة على طول الشاطىء). شكل رقم (٩) يوضح مواقع هذه العينات.

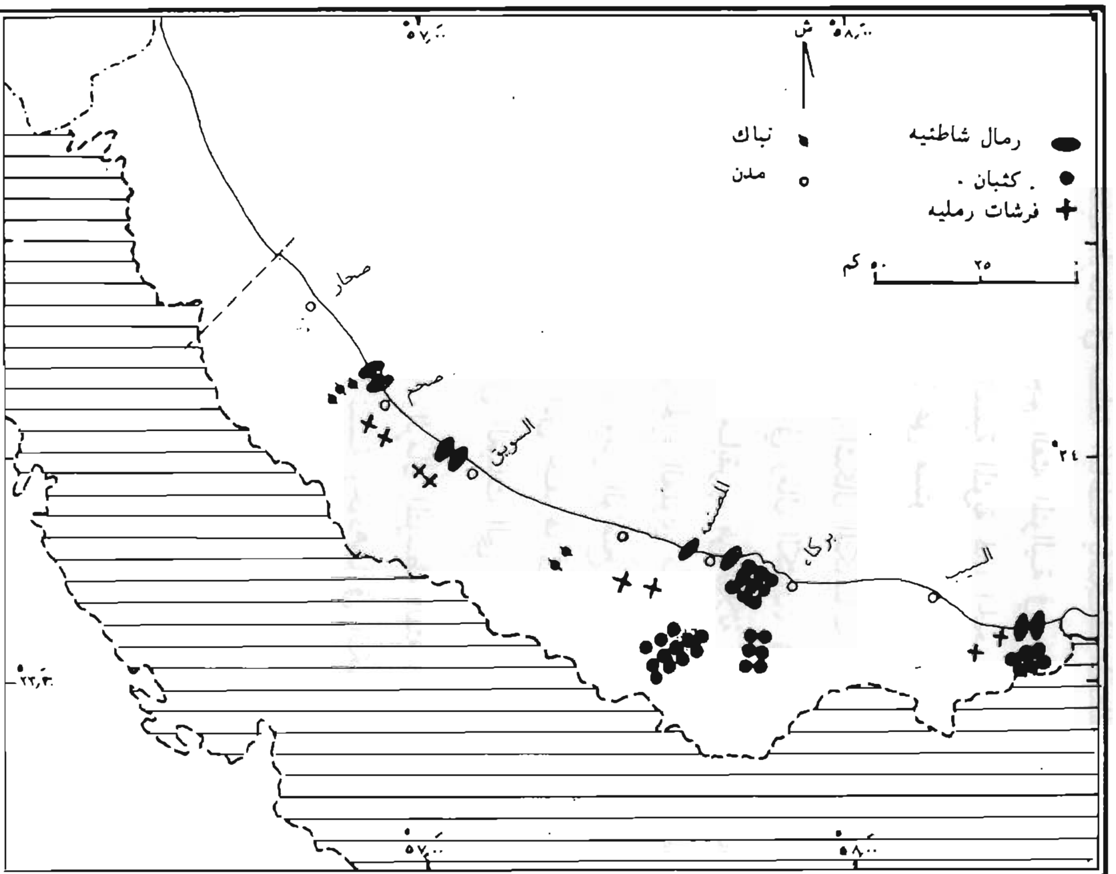
وقد روعي عند أخذ العينات اختلاف الشكل، وأن تشمل أجزاء الكثيب المختلفة، حيث جمعت من الكساح والصباب والقمة وفي الفرشات الرملية أخذت على أعماق مختلفة تبعاً لظروف كل منطقة وتراوحت بين ٥ ـ ٣٠سم. وعند جمع العينات من منطقة الشاطىء روعي إزاحة الطبقة العليا بسمك ٢ ـ ٣ سم فقط.

وتم إجراء التحليل الميكانيكي للعينات بمعرفة الباحث باستخدام المنخل الكهربائي، في معامل كليتي العلوم والزراعة بجامعة السلطان قابوس.

والنتائج النهائية لأحجام رواسب هذه العينات في التكوينات المختلفة يلخصها الجدول رقم (٤) كما يوضح الشكل رقم (١٠) كل من الهستوجرامات والمنحنى التراكمي لأحجام هذه الرواسب.

جدول رقم (٤)
التحليل الميكانيكي لرواسب التكوينات الرملية بمنطقة الباطنة

فئات الحجم ∅	النوع	الشاطىء	الحاجز الرملي	الفرشات الرملية	النباك	كثبان جما	كثبان بوشر	كثبان سوادى	المتوسط العام
- ٢ : -١	حبيبات/ حصى	١,٦٠٠	٠,٧٤٣	١,٦٧٩	-	-	-	-	٠,٢٥٩
-١: صفر	رمل خشن جدا	٣,٥٣٣	٢,٤١٨	١,٤٧٥	٠,٠١٢	-	-	٠,٠٠٥	٠,٦٠٢
صفر: ١	رمل خشن	٣,٦٥٧	٣,٥٢٧	٣,٠٧٠	٠,٠١٦	٠,٠٨٩	٠,٠١٣	٠,٠١٩	٠,٩٢٥
١ : ٢	رمل متوسط	١٦,٠٨٤	١٣,١٣٧	١٨,٩٧٩	٩,٧٩٦	٤,٠١٣	٢,٤٩٧	٢,٢٠٠	٨,٢٢٨
٢ : ٣	رمل ناعم	٦٤,١٧٣	٧٠,٩٣٧	٤٧,٦٣٤	٧٤,٤٧٣	٩١,٤٦٠	٨٩,٥٣٣	٩١,٢٠٠	٧٧,٥٩٧
٣ : ٤	رمل ناعم جدا	١٠,٢٦٦	٨,٩٤٨	١٨,٧٥٧	١٣,٥١٠	٤,٠٢٣	٧,٣٣٩	٥,٩٥٤	١٠,٠٦٧
٤ : ٥	طمى خشن	٠,٧١٢	٠,٢٩٧	٧,٩٤٢	٢,٣٧٣	٠,١١٢	٠,٦٣٧	٠,٤٢٢	١,٩٨٥
الجملة		١٠٠,٠٢٥	١٠٠,٠٠٧	٩٩,٥٣٦	١٠٠,١٨٠	٩٩,٦٩٧	١٠٠,٠١٩	٩٩,٨٠٠	٩٩,٦٦٣



شكل رقم (٩)

مواقع عينات التكوينات الرملية بمنطقة الباطنة

ومن الجدول السابق تتضح بعض الحقائق كالتالي:

١ ـ تتكون رواسب الرمال في منطقة الباطنة بأشكالها المختلفة من الرمال الناعمة حيث يمثل هذا الحجم الفئة المنوالية في جميع العينات التي تم تحليلها ميكانيكياً. وتتراوح النسبة المئوية لهذا الحجم بين ٥٠٪ ـ ٩٠٪ وبمتوسط عام حوالي ٧٧,٦٪ على مستوى جميع التكوينات.

٢ ـ تختلف نسبة الرمال الناعمة بين أشكال التكوينات الرملية، فترتفع إلى حوالي ٩٠٪ أو تزيد عن ذلك في رمال الكثبان، في كل من بوشر وجما وسوادي. وتقل النسبة لتكون مايقرب من ثلاثة أرباع رمال النباك. وفي كل من الحاجز الرملي والجزء العلوي من الشاطىء الرملي تنخفض النسبة إلى مابين ٦٤ ـ ٧١٪، ومن الواضح أنها تقل في الشاطىء عن الحاجز. وتصل النسبة إلى أدنى حد لها في الفرشات الرملية، حيث تمثل أقل من نصف الرمال في العينات التي تم تحليلها للفرشات.

٣ ـ تمثل فئة الرمال الناعمة جداً والرمال المتوسطة الفئة التالية مباشرة لفئة الرمال الناعمة، من حيث نسبة وجودهما في التكوينات، وإن كان بنسبة منخفضة في حالة الكثبان الرملية ـ نظراً لارتفاع نسبة الرمال الناعمة، وتزيد في حالة رمال الشاطىء والحاجز والنباك، وتصل حدها الأقصى بين التكوينات في الفرشات الرملية.

٤ ـ إلى جانب هذه الفئات الثلاث السابقة توجد نسبة من الأحجام التي تزيد عن الرمال المتوسطة (رمل خشن جداً وحبيبات)، خاصة في رمال الشاطىء والحاجز الرملي والفرشات الرملية، على حين تكاد تختفي تماماً في رواسب الكثبان الرملية والنباك.

كذلك توجد نسبة قليلة من الطمي تصل إلى مابين حوالي ١ - ٨٪ في كل من النباك والفرشات الرملية على التوالي بينما تقل النسبة عن ١٪ في باقي رواسب الأشكال الرملية الأخرى.

ومن خلال العرض السابق يتضح مدى تأثير وانعكاس دور الرياح على حجم الرواسب في التكوينات الرملية بالمنطقة، وهذا واضح من خلال النسبة العالية للرمال الناعمة في الرواسب وهي الفئة التي تستطيع الرياح نقلها، هذا من جهة، ومن جهة أخرى تتفق هذه النتائج مع النتائج العالمية الأخرى، حيث تشير معظم الدراسات التي أجريت في القارات الخمس إلى أن حجم الرواسب الرملية يتراوح عادة بين ١٢٥,٠ - ٢٥٠,٠مم[1] (٣ - ١Ø).

وقد يرجع ضيق المدى في الحبيبات إلى قدرة الرياح على نقل رواسب من هذا الحجم دون الأحجام الأخرى. كما يرجع إلى تقارب أحجام الرواسب من المصدر أصلاً، وهذا أيضاً ما توصلت إليه بعض الدراسات في مناطق قريبة[2] وفي مناطق أخرى من عمان حيث كان متوسط حجم الرواسب حوالي ١٩,٠مم[3] (أي أقل من ٢,٥Ø) تبعاً للدراسة التي أجراها جليني Glennie, K W.

كذلك فإن إرتفاع نسبة الرمال الناعمة في الكثبان بأنواعها المختلفة

(١) Ahlbrandt, T. (1979) Textural Parameters of eolian deposits, in A study of Global Sand Seas, edited by Mckee, E.D. (Chapter B, P,24).
Geological Survey professional Paper 1052, United States Government printing office, Washington.

(٢) امبابي وعاشور (١٩٨٥) الكثبان الرملية في شبه جزيرة قطر/ الجزء الثاني مركز البحوث الإنسانية - جامعة قطر - الدوحة ص ٢٠.

(٣) Ahlbrandt, T. (1979), Op. Cit.P.26.

بدرة عالية، وانخفاضها بنسبة أقل في الشاطىء والحاجز ثم النبـاك، يعكس عمليـة تطور وحـركة الـرمال في المنـطقة، حيث تشتق الـرمـال أسـاسـا من الشـاطىء وتقوم الـرياح بنقلهـا للداخل، مما يعني أن نقل الـريـاح للمـواد النـاعمة من الشـاطىء وتركهـا للمـواد الخشنـة قـد زاد من خشـونـة رمـال الشاطىء وانخفاض نسبة الرمـال الناعمـة في رواسبه البحـرية المشتملة عـلى نسبة من المواد الخشنة. ومع انتقالها للداخـل فقد أدى هـذا إلى زيادة نسبـة المواد الناعمة في الحاجز ثم النباك، مع ملاحظة أن جزءاً من رمـال الحاجـز هي نتيجة الإرساب البحري أساساً (قديماً)، ولم تحركها الرياح، ومع المـزيد من الإنتقـال للداخـل ارتفعت النسبـة في النبـاك، ثم وصلت إلى حـدهـا الأقصى في حالة الكثبان التي تلي الأشكـال السابقـة في موقعهـا للداخل مما يعني أنها تتكون كلية من رواسب نقلتها الرياح.

أما بالنسبـة للفرشـات الرمليـة فإن انخفـاض نسبة المـواد الناعمـة قد يرجع إلى اشتراك عامل آخر في تكوينها وخاصة الفيضانات التي تغطي جزءاً واسعاً من سطح السهل مع التشعب الواضح لمجاري الأودية فوقه، وبالتالي انتشار جزء كبير من مياه هذه الفيضانـات ملقية بمـا تحمله من رواسب فوق الأجزاء الدنيا من السهل، وهذا يتفق والوقع الحالي للفـرشات. كـما يرجـع إلى حركة الرياح فوق سطوح هـذه الفرشـات المستويـة وقدرتهـا على تـذرية المـواد الناعمـة ونقلها إلى الأجـزاء الداخليـة، أو من المحتمل تضـافـر كـلا العاملين معا مما أدى إلى خفض نسبة المواد الناعمة. وعلى كل فإن عمليات التحليـل من حيث الشكـل والتحليـل الكيـماوي للرواسب قـد يكشف عن العامل الأساسي.

هـذا ويوضـح الجـدول التـالي نتـائـج التحليـل الإحصـائي للرواسب الرملية:

جدول رقم (٥) نتائج التحليل الإحصائي للرواسب الرملية*

نوع التكوينات	المتوسط	الانحراف المعياري	الالتواء	التفلطح
رمال الشاطىء	٢,٠٦٧	٠,٩٣٩	٠,٣٥٨	١,٤٥٣
الحاجز الرملي	١,٧٣٠	٠,٧٢٤	٠,٠٤٩	٢,٤١٨
الفرشات الرملية	٢,١١٧	١,٠٤٥	٠,٤٠٦	١,٣٤٠
النبـــاك	٢,٠٠٠	٠,٦٧٩	٠,٠٢٢-	٢,٧٣٢
كثبان جما	١,٨٣٠	٠,٣٨٧	٠,٧١٤	١,٤٣٤
كثبان بوشر	١,٩٨٠	٠,٣٩٧	٠,٢١٧	١,٠٦٥
كثبان سوادي	١,٩٦٧	٠,٤٥٨	٢,٧٧	١,٢٧٠

ومن الجدول السابق والشكل رقم (١٠) يتضح أن المتوسط العام لأحجام الرواسب هو (١,٩٥٥). وإن درجة التصنيف Sorting جيدة في رواسب الكثبان، ومتوسطة في رواسب الشاطىء والنباك والحاجز الرملي، وتعتبر رديئة في رواسب الفرشات الرملية. وهي ذات التواء موجب في أغلب الأحوال، وسالب في بعضها. وذات قمم مدببة إلى شديدة التدبب نظراً لأنها أحادية المنوال Unimodal.

(*) المتوسط = $\frac{\text{فاي ١٦ + فاي ٥٠ + فاي ٨٤}}{\text{٣}}$

الانحراف المعياري = $\frac{\text{فاي ٨٤ - فاي ١٦}}{\text{٤}} + \frac{\text{فاي ٩٥ - في ٥}}{\text{٦,٦}}$

الالتواء = $\frac{\text{(فاي ٤٨ + في ١٦ -٢ فاي ٥٠)}}{\text{٢(فاي ٨٤ - فاي ١٦)}} + \frac{\text{(فاي ٩٥ + فاي ٥ - ٢ فاي ٥٠)}}{\text{٢(فاي ٩٥ - في ٥)}}$

التفلطح = $\frac{\text{(فاي ٩٥ - فاي ٥)}}{\text{٢,٤٤ (فاي ٧٥ - فاي ٢٥)}}$

وتتفق هذه النتائج مع الدراسات السابقة[1] والتي أوضحت أن الرواسب الرملية غالباً جيدة التصنيف، إلى جيدة جداً في الكثبان الساحلية، ومعتدلة إلى جيدة في الكثبان الداخلية وهي فقيرة في حالة السرير Serir والكثبان المتداخلة interdunes وأن هذه الرواسب تعكس التواء موجباً.

وتوضيحاً لبعض الاختلافات الواردة في احصاء الالتواء، تشير بعض الدراسات إلى أن الالتواء الموجب في رواسب الكثبان الرملية ناتج عن أن سرعة الرياح ليست بالقوة لتنقل الحبيبات الخشنة مع نقلها للمواد الناعمة، كما أن رواسب الشواطىء تكون سالبة الالتواءnegative skewed[1][2]. كما تشير نفس الدراسة إلى أن هناك ثلاثة عوامل تؤثر على حجم الذرات هي:

١ ـ حجم الحبيبات في مصدرها الأصلي.
٢ ـ عمليات النقل والترسيب التي تعرضت لها.
٣ ـ بعض التغيرات التي تحدث على الحبيبات بعد ترسيبها، مثل حركة العجيج Swash على الشواطىء.

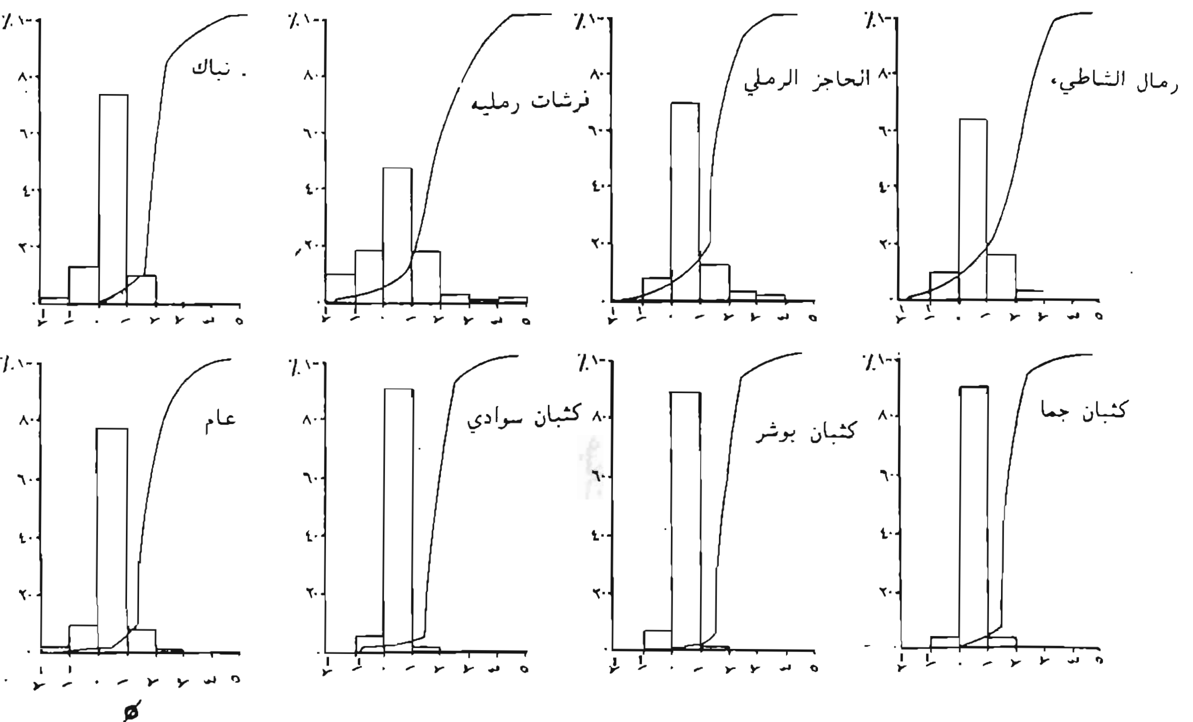
ومن ناحية أخرى فقد أوضحت بعض الدراسات الأخرى[3] أن هناك علاقة بين المعايير الإحصائية وخاصة متوسط حجم الذرات (∅×) ودرجة التصنيف (6∅) ومورفولوجية الكثبان الرملية.

---

(١) Ahlbrandt, T. (1979) OP. Cit. p.23.

(٢) Boggs Sam, Jr. (1987). Principles of Sedimentology and Stratigraphy. Merrill Publishing Co. and A Bell & Howell Co. Columbus Ohio. p118.

(٣) Tsoar, H. (1986) Two-Dimensional analysis of dune profile and the effect of grain Size on sand dune morphology, in Physics of Desertification, edited by El-Baz, F, M.H.A. Hassan. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht /Boston/ Lancaster, p.96.



شكل رقم (١٠)
نتائج التحليل الحجمي لرواسب التكوينات الرملية
(هستوجرامات ومنحنى تراكمي)

كما أن هناك من يربط بين حجم الذرات وحجم الكثبان الرملية على حين يرى جودي (Goudie, et. al, 1989)[1]. أنه ليس ثمة علاقة بينهما.

كذلك توضح بعض الدراسات[2] أن لدرجة التصنيف تأثير على معدلات الحركة والانتقال حيث ينخفض معدل الحركة مع ارتفاع درجة التصنيف. هذا فضلاً عن تأثير الحجم على هذه العملية.

٢ ـ شكل الرواسب

للتعرف على شكل رواسب التكوينات الرملية فقد تم تحليل عد ٢١ عينة ميكروسكوبيا[3] بغرض تحديد درجتي الإستدارة Roundness والكروية Spherecity. وكانت العينات موزعة كالتالي: ١١ عينة من كثبان جما وسوادي وبوشر، ٢ عينة من النباك، ٥ عينات من منطقة الشاطىء (حاجز وشاطىء)، ٣ عينات من الفرشات الرملية. وقد كانت النتائج كما يلخصها الجدول التالي:

---

(١) زWarren, A, (1988) Op. Cit, p.138

(٢) Nordstrom, K.F. et. al. (1986) Aeolian Processes and dune characteristics of a developed Shoreline: Westhampton beach, New York, in Aeolian Geomorphology, eolited by William, G.Nicking.
Rphology, eolited by William, G.Nickling.
The Binghamton Symposia in Geomorphology International Series, no. 17, Boston, Allen & Unwn, London, Sydney, p,143.

(٣) تم التحليل بمعرفة الباحث باستخدام ميكروسكوب موديل Olympus / Pos ذو قوة تصل الى ٤٠٠ مرة.

جدول رقم (٦)

شكل الرواسب الرملية من حيث الاستدارة والكروية[١].

اسم المنطقة	نوع التكوينات	درجة الاستدارة	درجة الكروية	ملاحظات
بوشر	كثبان طولية	شبه مستديرة	منخفضة	تزيد درجة الاستدارة في اتجاه قمم الكثبان
جما	كثبان طولية	شبه مستديرة - مستديرة	منخفضة	الرواسب ذات الحجم الكبير أكثر استدارة
رأس سوادي	كثبان طولية وأخرى	شبه مزوية - شبه مستديرة	منخفضة	يوجد الشكل القضيبي في الحبيبات
آل بريك - حفيت	فرشات رملية	مزوية - شبه مزوية	منخفضة	المواد الناعمة أكثر حدة
مناطق مختلفة	نباك	مزوية - شبه مزوية	منخفضة	المواد الناعمة أكثر حدة
على طول الشاطىء	الشاطىء والحاجز الرملي	مزوية - شبه مزوية	منخفضة	الأحجام الكبيرة تعكس بعض الاستدارة

---

(١) تم تقدير درجة الاستدرة للحبيبات تحت الميكروسكوب باستخدام اللوحات الخاصة بشكل الإستدارة تبعاً لكرومبيان Krumbein 1941.

ومن الجدول السابق يمكن القول بصفة عـامة أن رمـال الكثبان تميـل إلى أن تكون شبه مستـديرة في الغـالب، وأحيانـاً مستديـرة، وأحيانـاً أخرى شبـه مـزويـة، وفي المقـابـل رواسب الأشكـال الأخـرى في رمـال الشـاطىء والحاجز والنباك والفرشات الرملية تميل إلى أن تكون مزوية إلى شبه مزوية. كـما أن درجة الكـروية منخفضـة في جميـع رواسب الأشكـال المختلفـة دون تمييز.

ويلاحظ أن درجة الاستدارة تزيد في الرواسب مـع الاتجاه للداخـل، حيث تنخفض في الرواسب القريبة من الشاطىء لتصبح مزوية وشبه مـزوية ثم تصبح شبه مستديرة إلى مستديرة في كثبـان جما وبـوشر، وهذا من شـأنه أنه يعكس تأثير عملية الانتقال.

ويرى بيجريلا[١] أن رمال الكثبان تكون أكثر استدارة عـادة من رمال الشواطىء.

وبشكل عام فإن شكل الحبيبات يعتبر إنعكاساً لعدة جوانب[٢]، منهـا تـركيب الحبيبة Grain Compostion، وحجم الحبيبـة Grain Size، بالإضـافة إلى نوع عملية النقل، والمسافة التي قطعتها الرواسب.

كما يؤدي انخفـاض درجـة الإستـدارة إلى قصر المسـافـة التي انتقلت خـلالهـا الـرواسب، وأنها وصلت إلى الأشكـال الخـاصـة ببلورات المعـادن الأسـاسيـة المـوجـودة عليهـا أصـلا في مصـدرهـا الأسـاسي، أو ربمـا كـلا الإحتمالين.

---

(١) Bigarellela, J.J. (1979) Eolian environments- their characteristics, recognition and importance, in Rigby, J.K. and W.K. Hamblin, (eds), Recognition of ancient Sedimentary environments, Soc. Econ. paleontologists and Mineralogists Spec. pub. 16, p.14.

(٢) Boggs, Sam, Jr. (1987) Op. Cit. p.127.

٣ ـ التحليل الكيميائي:

تم تحليل عـدد ١٢ عينة رواسب كيميـائيـاً، بمختـبرات وزارة النفط والمعادن بسلطنة عمان بغرض التعرف على الـتركيب الكيميائي للرواسب من جهة والتعرف على أصل هذه الرواسب من جهة أخرى. وقد شملت عملية التحليل عينات من جميع أشكال التكـوينات الـرملية عـدا النباك. وقـد كان توزيع العينات كالتالي:

٦ عينـات من رواسب الكثبان الـرملية (٢ من جعلان و٢ من سوادي و٢ من بوشر) و٣ عينات من الفـرشات الـرملية من مـواقع مختلفـة، و٣ عينات من رمال الشاطىء والحاجز الرملي.

ومن الجدول رقم (٧) ومن الشكل رقم (٧) يتضح ما يلي:

١ ـ أن هناك تشابهاً يكاد يصـل إلى حد التـطابق شبه الكـامل في العنـاصر الكيميـائيـة التي تشكـل وتكـون رواسب كـل من الشـاطىء والكثبـان الرملية، في مناطق رأس سوادي وبوشر وجعلان. والإختلاف الجزئي يوجد في مكونات الفرشات الرملية.

٢ ـ تتكـون الرواسب بصفـة أساسيـة من عنصرين كيميائيـين أساسيـين هما السيليكا (الكوارتز) وكربـونات الكـالسيوم وذلـك في رواسب الشاطىء وسوادي وجعلان وبوشر، على حين تنخفض نسبة كربونـات الكالسيـوم في رواسب الفـرشات الـرملية بشكـل واضح ليحـل محلها المغنسيـوم يليـه كربونات الكالسيوم.

٣ ـ يلي العنصرين السابقين اللذين يكونـان مايقـرب من ٧٠٪ من العناصر الكيميائية في الرواسب بعض العناصر الثانوية الأخرى، وهي المغنسيوم

جدول رقم (٧)

التحليل الكيميائي لعينات الرواسب الرملية (نسب مئوية)

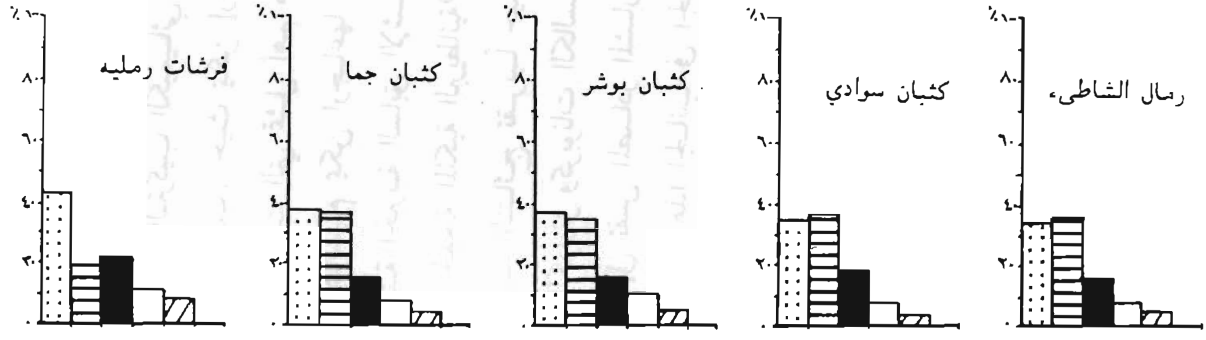
العناصر الكيميائية		رواسب الشاطىء				كثبان سوادى			كثبان بوشر			كثبان جما			فرشات رملية			
		ع١	ع٢	ع٣	متوسط	ع١	ع٢	متوسط	ع١	ع٢	متوسط	ع١	ع٢	متوسط	ع١	ع٢	ع٣	متوسط
سيليكا	SiO_2	٣٤	٣٢	٤٢	٣٦	٣٥	٣٦	٣٥,٥	٣٧	٣٧	٣٧	٤٠	٣٦	٣٨	٤٧	٤١	٤٢	٤٣
كربونات كالسيوم	$Ca\,O$	٣٨,٣	٤٧,٦	٢٥,١	٣٧,١	٣٧,٧	٣٤,٧	٣٦,٢	٣٤,١	٣٦,٤	٣٥,٣	٣٤,٢	٣٩,٦	٣٦,٩	٩,٨	١٨	٢٩,٨	١٩,٨
مغنسيوم	$Mg\,O$	١٦	١٢	٢٠	١٦	١٨	١٨	١٨	١٦	١٦	١٦	١٦	١٥	١٥,٥	٢٦	٢٤	١٦	٢٢
اكسيد الومنيوم	Al_2O_3	٧,٧	٧,٥	٩,٨	٨,٣	٧,٣	٨	٧,٧	١٠,٥	٩,٩	١٠,٢	٨,٣	٧,٨	٨	١٠	١٠,٢	١٠,٤	١٠,٢
اكسيد حديد	Fe_2O_3	٤,١	٢,٩	٧,٤	٤,٨	٤,٣	٤,٥	٤,٤	٥,٨	٥,٢	٥,٥	٣,٨	٣,٧	٣,٨	٨,٨	١٢	٤,٧	٨,٥
بوتاسيوم	K_2O	٠,٣	٠,٢	٠,٢	٠,٢	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٢	٠,٢٥	٠,٤	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٢	٠,٥	٠,٣

وأكسيد الألمونيوم وأكسيد الحديد، وتكـون هذه العنـاصر الثلاثـة حوالي ٣٠٪ من إجمالي التركيب الكيميـائي للرواسب. كما تـظهر نسبـة ضئيلة أقل من ٥,٠٪ من البوتاسيوم في معظم العينات.

ومن العـرض السـابق يمكن القـول أن الـتركيب الكيميـائي للرواسب يعكس ـ ولو بصفة مبدئية ـ أصل هذه الرواسب. حيث يمكن إرجاع زيادة نسبـة السيليكا (الكـوارتز) إلى صخـور الأفيوليت التي تمثـل أهم مصادره في المنطقة، كما أن ارتفاع نسبة كربـونات الكـالسيوم يمكن ارجـاعها إلى أصـل بحـري أو أنها مشتقة من صخـور الحواسنـة الجيريـة السابق الإشـارة اليها، وجدير بالذكر أن الدراسة التي قامت بها الجمعية الملكية البريطانية(١). عـلى رمـال آل وهيبـة في عـمان تـوصلت إلى نفس النتـائج تقـريبـاً حيث كـانت العناصر الأساسية التي تكون الرمال هي الكوارتز وكربونات الكالسيوم، وتم ارجـاع هـذه العنـاصر من حيث الأصـل إلى نفس المصـادر المشـار إليهـا. وبشكل عام سيتم القاء المزيد من الضوء عـلى هذا الجـانب في الجزء التـالي الذي يتناول الرواسب من حيث الأصل.

---

(١) Allison, R.J. (1988) Sediment types and Sources in the Wahiba Sands, Oman, in Outton, R.W. (ed).
Oman Wahiba Sands project 1985 - 1987, The Royal Geographical Society The Journal of Oman studies Special Report N.3.



شكل رقم (١١)

التحليل الكيميائي لرواسب التكوينات الرملية

رابعاً ـ حركة الرمال

من خلال الملاحظة الميدانية، ودراسة الصور الجوية لأنواع التكوينات الرملية، أمكن ملاحظة وجود حركة للرمال في بعض المناطق التي تغطيها، ويختلف مقدار وشكل الحركة بين كل نوع وآخر من هذه التكوينات، ويترتب على حركة هذه الرمال بعض المشكلات البيئية التي قد تزيد من عملية التصحر في المنطقة، مما يدعو إلى ضرورة استخدام الأساليب التي يمكن أن تعالج هذه المشكلة.

ويتناول هذا الجزء ثلاثة موضوعات أساسية هي: أشكال الحركة في التكوينات الرملية، والآثار المترتبة على الحركة، والعوامل المؤثرة عليها، ثم بعض المقترحات التي تتناول أساليب المعالجة وطرق الوقاية.

١ ـ أشكال الحركة ومقدارها:

أ ـ الحركة في الكثبان الرملية:

تم قياس حركة الرمال في الكثبان الرملية في مناطق رأس سوادى وجما والمعاول. وذلك باستخدام طريقة المقارنة بين أوضاع الكثبان الرملية على الصور الجوية لفترتين مختلفتين. وهو أسلوب متعارف عليه في قياس معدلات النحت والحركة وقد استخدم في دراسة الحركة في الكثبان الرملية في مناطق قريبة، حيث استخدم في قياس حركة الكثبان في رمال آل وهيبة بسلطنة عمان[١] كما استخدم في شبه جزيرة قطر[٢]. وقد تم اللجوء إلى هذه

---

(١) Kay Simon, (1988) Dune movement: Techniques for data collection and analysis, in The Scientific results of The Royal Geographical Society's Oman Wahiba Sands project 1985-1987. Journal of Oman studies, Special report no. 3, muscat, Oman, pp, 181,184.

(٢) نبيل امبابي ومحمود عاشور (١٩٨٥) مرجع سبق ذكره في ١٤٨، ص ١٤٩.

الطريقة لعدم توافر الإمكانيات والوقت اللازم لتطبيق الطرق الميدانية.

وقد استخدمت مجموعتين من الصور الجوية الأولى بتاريخ فبراير ١٩٦٨ (مقياس ١ : ٦٠,٠٠٠) والثانية نوفمبر ١٩٨٥ (مقياس ١ : ٢٠,٠٠٠)[١]، أي أن المدة الفاصلة كانت حوالي ١٧ سنة تقريباً. وتم قياس مقدار واتجاه الحركة، وما ترتب عليها من تغيرات في شكل التكوينات في حالة وجودها، وذلك بعد ضبط المقاييس وتطابقها. وقد كانت النتائج كالتالي:

في منطقة رأس سوادى

تحركت الكثبان الرملية مسافة مقدارها حوالي واحد كيلو متر خلال الفترة الزمنية المشار إليها (١٧ سنة)، أي بمعدل سنوي حوالي ٥٩ متراً. وكان اتجاه الحركة بصفة أساسية من الشرق من ناحية الشاطىء إلى الغرب في اتجاه الداخل، كما كانت هناك حركة أخرى ثانوية في المنطقة من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي والشكل رقم (١١) يوضح المواضع المختلفة للتكوينات الرملية والاتجاه العام للحركة. وبشكل عام يمكن ارجاع ارتفاع المعدل السنوي للحركة إلى صغر أحجام الكثبان من جهة وإلى زيادة نشاط وسرعة الرياح قرب الشاطىء من جهة أخرى كما يجب الذكر أن هذه الحركة تعتبر انتشاراً واتساعاً لحقل الرمال أكثر منها انتقالاً.

وقد ترتب على هذه الحركة جانبان أساسيان: الأول منها تقدم هذه الكثبان في اتجاه مناطق الزراعة والسكن في المنطقة (انظر شكل رقم ١٢، ١٤) حتى أصبحت ملاصقة لهذه المزارع وتهددها بشكل قوي، مما خلق

---
(١) موضحة في قائمة المراجع والمصادر.

نوعاً من الخطورة الواضحة على كل أشكال الاستغلال البشري التي تقع في اتجاه حركة هذه الكثبان. والأمر الثاني الذي ترتب على هذه الحركة يتعلق بشكل الكثبان المورفولوجي حيث تحولت من مجموعات برخانات أو برخانات منفصلة، إلى حافات وكثبان طولية، مع امتداد قرونها وإتصالها ببعضها (شكل رقم ١٤).

وتختلف معدلات الحركة بين منطقة وأخرى. وتفيد الدراسات السابقة[١] على أن الحركة تعتمد على اتجاه وسرعة الرياح من جهة، وعلى شكل وحجم الكثيب من جهة أخرى. هذا بالإضافة إلى طبيعة السطح الذي تنقل وتتحرك فوقه. وعلى سبيل المقارنة كان المعدل السنوي للحركة حوالي ٧,٩ متراً سنوياً في الكثبان الرملية بشبه جزيرة قطر[٢] وفي منطقة رمال الإحساء بالمملكة العربية السعودية[٣]، كان المتوسط السنوي لزحف الكثبان حوالي ٢٥ متراً. وارتفع في حالة الكثبان الصغيرة الى ٥٢ متراً سنوياً. وتراوح المعدل في واحتي الخارجة والداخلة بمصر بين ٩ و٥/١ ٥ متر سنويا على التوالي بمتوسط عام قدره حوالي ٧,٣ متر سنويا[٤].

وبشكل عام يوضح الشكل رقم (١٣) أشكال حركة أنواع الرمال في منطقة الباطنة والمناطق التي تتأثر بهذه الحركة.

---

(١) El-Baz, F. (1986) Op. Cit. p.72.

(٢) امبابي وعاشور (١٩٨٥) مرجع سبق ذكره ص ١٤٨ - ص ١٤٩.

(٣) يحيى محمد شيخ أبو الخير (١٩٨٤) زحف الرمال بمنطقة الاحساء. نشرة دورية رقم ٦٤ صادرة عن قسم الجغرافيا جامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية.

(٤) Embabi, N.S. (1990) Dune movement in the Kharga and Dakhla Oases Depression, The Western desert, Egypt, in proceedings of the International Workshop on sand transport and desertification in Arid Lands (17-26 Nov. 1985 Khartoum, Sudan) edited by El - Baz, F. et. at. warld Scientific, pp. 86 -88.

كـذلك فقـد سجلت بعض التغيرات التي حـدثت في شكـل الكثبـان نتيجة انتقالها وتحركها في رمال آل وهيبة بسلطنة عمان[1].

منطقتي جما والمعاول

من خلال المقارنة بين الصور الجوية لكلا الفـترتين لم يستـدل على أي حركة سواء للأمام أو جانبياً، كما لم يستدل على تغيرات واضحة في الشكـل المورفولوجي لهذه المجموعات من الكثبان. مما يمكن القـول أن أجسام هـذه الكثبان ثابت تقريباً. وقد تمت الإشارة إلى ذلـك عند تنـاول توزيـع وشكل هذه الكثبان في الأجزاء السابقة من هذا الموضوع. إلا أنه لابد من الإشارة إلى أن قمم هذه الكثبان في حـالة مفككـة وتتحرك عـلى سطح الكثيب مـع الرياح ولكن دون أن تفارق جسم الكثيب ذاته وكـما سبق التوضيـح. ومن المحتمـل أن حـركـة القمم فـوق جسم الكثيب تختلف في اتجـاههـا، مـع اتجـاهات الـرياح خـلال فصلي الصيف والشتـاء، بمـا يجعلهـا في حـالـة من التوازن نظراً لتقابل كلا الاتجاهين من الريـاح، بمعنى أنها إذا تحركت في أي اتجـاه مقداراً معينـا خلال أحـد الفصول تعـود وترتـد إلى موضعهـا الأصـلي نتيجة تأثـرها بـالاتجاه المقـابل للريـاح في الفصل الآخـر. (أنظر شكـل رقم ١٣).

أمـا بالنسبـة للفرشـات الرمليـة والنبـاك فلم تشملهـا عمليـة القيـاس السـابقة واعتمـدت عمليـة التقييم هنـا عـلى المـلاحـظات الميـدانيـة وبعض الشواهد فقط.

وبشكـل عام فـإن نطاق الفـرشات الـرملية يمكن القـول أنه يتعـرض نتيجـة عدم استغـلاله وخلو سـطحه من العـوائق، واستوائـه وحريـة حركـة

(١) Warren, A. (1988) Op. Cit, P.142 and pp.169-179

الرياح فوقه إلى عملية سفى واضحة، تـزيد مكـانياً في الأجـزاء الخاليـة من النبات الطبيعي، وزمانياً مع هبات الـرياح القـوية، والتي تقـوم بنقل المـواد الناعمة من السطح، وقد وضح هذا في نتائج التحليـل الميكانيكي للرواسب في الجزء السابق، حيث انخفضت نسبة المواد الناعمة في هـذه التكوينـات، كما أن وجود التموجات الرملية فوق سطوح بعض أجـزاء هذه التكـوينات. وتأثر هذه السطوح بالعواصف الرملية، خـلال تعرضهـا للرياح القـوية مـع الأجزاء المجاورة لها، مما يؤدي إلى حجب الرؤية لفترات مختلفة، تعتـبر أدلة على تعرض هـذه السطوح للسفي والحـركة. ويـوضح شكـل رقم ١٣ اتجاه الحركة في الفرشات الرملية وتتحـرك الرمـال السافيـة وتنتقل غـالباً في اتجـاه الـداخل نـاحية المـرتفعات وقـد تصطدم ببعض العـوائق من منـازل ومبـاني وأسـوار في حالـة وجـودهـا، ممـا يؤدي إلى تـرسيبهـا وتجمعهـا بجـوار هـذه الأجسام.

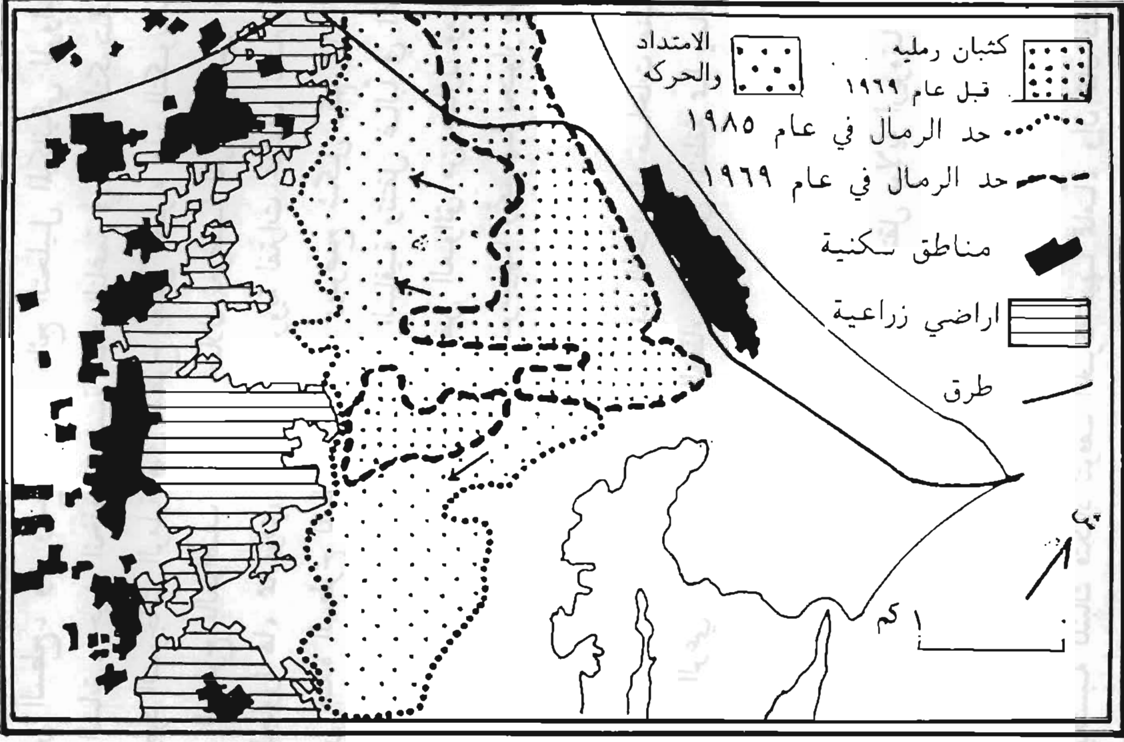
ويعمل اقتطاع الشجيرات التي تغطي هذه الأجزاء أو مساحات منهـا، وكذلك عملية الرعي الجائر، إلى تدمير الغطاء النباتي في المنطقة ممـا يساعـد على تحرك المواد.

وتزداد حدة التذرية على هذه السطوح في أماكن الطرقات غـير المعبدة بدرجة كبيرة. ومما يوضح هذا دراسة أجراها قسم النقل بولاية أريزونـا قدر فيها الفاقد السنوي من الطمي والصلصال على هذه الـطرق بما يـتراوح بين ٥ ـ ٥٠ كيلوجرام /سيارة/ ميل[١].

أما بالنسبـة للنباك فتكـاد تتوقف الحـركة فيهـا تمامـاً، وإن كان ذلـك

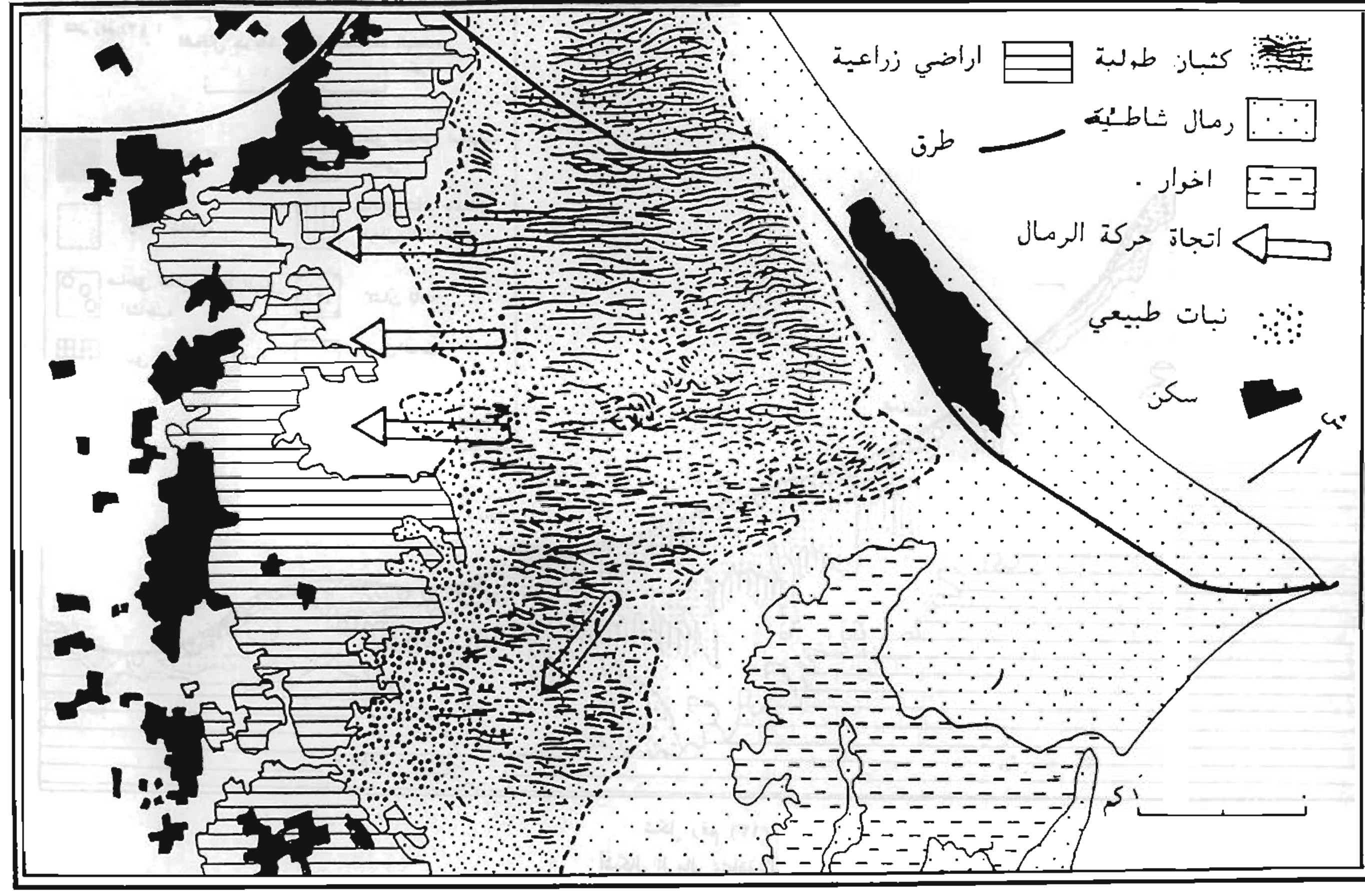
---

(١) Cooke, R.V. D. Brunsden, J.C. Doornkamp and D.K.C. Jones (1985) Urban Geomorphology in drylands.
Oxford University Press, London, p. 252.



شكل رقم (١٢)
حركة وانتقال الكثبان الرملية في منطقة رأس سوادى خلال الفترة بين ١٩٦٩ - ١٩٨٥

شكل رقم (١٣)
أشكال الرمال بمنطقة الباطنة



شكل رقم (١٤)

شكل واتجاه وحركة الكثبان الرملية في اتجاه مناطق السكن والزراعة بمنطقة رأس سوادى

يتوقف على مدى تغطية السطح الرملي جزئياً، أو كلياً بالنبات، ونوعية هذا النبات، وطريقة امتداد جذوره، كما يتوقف على كثافة النباك، وارتفاعها، وخصائصها المورووفولوجية الأخرى.

ويلاحظ من خلال الدراسة الميدانية تعرض الأجزاء الخالية من النبات للحركة، وتعتبر التموجات الرملية خير دليل على ذلك، كما يعد تكون نباك صغيرة جنينية حديثة مجاورة للنباك القديمة نتاج لهذه العملية. ويتم ذلك في حالة انخفاض مستوى الماء الباطني وجفاف الأجزاء الواقعة بين النباك من سطح الأرض الذي يمثل سطوح السبخات أو الخبرات القديمة.

وبشكل عام قد تنقل بعض حبيبات الرمال الناعمة من الأجزاء المكشوفة إلى أماكن أخرى تبعاً لقوة الرياح واتجاهها، ويوضح الشكل رقم (١٣) الوضع العام للنباك وتوزيعها في منطقة الباطة.

٢ ـ الآثار المترتبة على الحركة والعوامل المؤثرة عليها

بشكل عام يمكن تلخيص الآثار التي تترتب على حركة الرمال في المنطقة في عدة جوانب هي كما يلي:

أ ـ تقدم الكثبان الرملية وتحركها في اتجاه المساكن والمزارع وتهديدها لها. ويمكن القول بوضوح كامل أن هذا التهديد يتمثل في منطقة الباطنة في مكانيين إثنين الأول هو منطقة رأس سوادى. والثاني تلك المناطق السكنية التي تمتد على الشاطىء مباشرة غالبا فوق الحاجز الرملي أو جزءاً منه، حيث تقع مساكن هذه القرى أمام حركة الرمال وزحفها، وإن كان ذلك لايتم بصورة قوية كما هو في مناطق أخرى من العالم، (أنظر الشكل رقم ١٣).

ب ــ مما لاشك فيه أن التكوينات الرملية التي تشغل مساحة تقدر بحوالي ١٨٪ من مساحة سهل الباطنة تمثل مشكلة نتيجة لشغلها هذه المساحة وهذا يعني أن هناك مساحة لاتستغل من سطح سهلي يعتبر من أكثر الأجزاء جذباً للسكان والاستغلال وأكثرها خصوبة.

جـ ــ إن هذه الرمال تمثل في حد ذاتها مصدراً للرمال التي يمكن أن تنقل إلى أماكن أخرى خاصة مع زحفها وتحركها مما يزيد من حساسية الأراضي التي تنقل إليها الرمال إلى التصحر.

د ــ ينشأ عن هبوب الرمال عدداً من المشكلات الأخرى. فعلى سبيل المثال فإن تحرك الرمال وسفيها من سطوح الفرشات الرملية يؤدي إلى استنزاف المواد الناعمة، والمواد العضوية تاركا خلفه تربة خشنة، مما يؤدي إلى انخفاض خصوبة التربة ويقلل من قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وزيادة رقعة التصحر خاصة وأن تعويض هذه المكونات تحت ظروف الجفاف يعتبر أمراً صعباً. هذا في حالة الأرض المستغلة منها حاليا والتي يمكن استصلاحها.

ويوضح الشكل رقم (١٣) المناطق التي تتأثر بانتقال الرمال السافية في منطقة الباطنة.

هـ ــ تزداد حدة التأثير مع الامتداد العمراني والضغط السكاني كنتيجة لزيادة استنزاف المياه وانخفاض منسوب المياه الجوفي وتقليل رطوبة التربة.

و ــ انتقال ذرات الرمال يؤثر على المباني ومواد الطلاء والأجزاء السفلى بالذات من الأسوار والأعمدة، بالإضافة إلى تأثيره على الرؤية وما قد يترتب عليها من حوادث مرورية، خاصة مع شبكة الطرق التي تتمثل

في سهل الباطنة، الذي يمثل أحد أكبر أجزاء السلطنة تركزاً في العمران والسكان والطرق.

ز ـ حركة الرمال وتذريتها تؤدي كذلك إلى التأثير على النبتات الصغيرة، وتعمل على ردمها أو إعاقة عملية نموها، كما تسد المواد الدقيقة مسام أوراق النباتات.

ح ـ تؤثر على المعدات الميكانيكية مثل المولدات والفلاتر وتجعلها تحتاج إلى زيادة الصيانة أو التغيير مما يزيد من التكلفة.

ط ـ تؤثر على النواحي الصحية للسكان وتسبب ضيق التنفس، كما تسبب اضطراباً في الأحوال المعيشية، فضلاً عما تسببه من تأثيرات على الكهرباء والراديو والتليفون والتلغراف.

ى ـ تؤثر على حركة الطيران خاصة مع الأخذ في الاعتبار أن مطار السيب الدولي يقع قريباً من الشاطىء في جنوب شرق المنطقة.

ك ـ من المحتمل أن تنقل نسبة من ذرات الأملاح من الشواطىء إلى الداخل مع الرمال مما يضيف مصدراً آخر للأملاح في تربة سهل الباطنة.

وبشكل عام يؤثر على حركة الرمال في المنطقة عدداً من العوامل يمكن إيجازها فيما يلي:

أ ـ الرياح:

عند دراسة الحركة في التكوينات الرملية قد يكون من الضروري التعرف على أنواع الرياح السائدة الأخرى ومتوسطات السرعة فيها واتجاهاتها، وهذا ماتم مناقشته في الجزء الأول من هذه الدراسة.

كما أنه قد يصبح من المفيد التعرف على نوع آخر من الرياح التي تتميز بالسرعات العالية وقصر فترات هبوبها. ونظراً لارتفاع سرعتها فإن لها تأثيراً واضحاً على الحركة. ويطلق على هذا النوع من الرياح هباتgusts[1]. وعلى سبيل المثال تراوحت سرعة هذه الهبات عام ١٩٩٠ في محطة السيب بين ١٤ - ٢٦ عقدة وذلك خلال الهبات التي استمرت حوالي ١٠ دقائق وبمتوسط ٢٠ عقدة. كذلك فقد تراوحت بين ٢٤ - ٤٠ عقدة/ ساعة في الهبات ذات الأجل الأطول وبمتوسط عام ٢٧ عقدة/ ساعة. وكانت هذه الهبات موزعة في كلا الحالين على فترات السنة المختلفة دون أي تركيز في فترة زمنية معينة. وفي محطة مجيس تراوحت السرعة في الهبات قصيرة الأجل (أقل من ١٠ دقائق) بين ١٤ - ٢٧ عقدة /ساعة بمتوسط ١٨ عقدة/ ساعة وبين ١٥ - ٦٠ عقدة/ ساعة للفترات الزمنية الأطول وبمتوسط ٢٤ عقدة /ساعة وكانت الهبات أكثر نشاطا وسرعة خلال الفترة من يناير حتى مايو من نفس العام وأقل سرعة خلال بقية شهور السنة.

ب - شكل سطح الأرض والتضاريس:

يلعب شكل سطح الأرض والتضاريس دوراً له تأثيره على الكثبان وحركة الرمال في المنطقة. فمن الواضح أن إستواء سطح الأرض في السهل كان له أثره في حركة الكثبان للداخل، في مناطق جما والمعاول وبوشر، إلا أن هذه الحركة قد توقفت تماماً وأصبحت الكثبان في المناطق الثلاث ثابتة، نتيجة وصولها إلى بداية الحافة الجبلية.

وفي المناطق القريبة من الساحل توقفت الحركة في الكثبان نتيجة

---

(١) Sultanate of Oman, Ministry of Communications, Directorate General of Civil Aviation and Meteorology, Department of Meteorology, Annual Climatological. Summary 1990, Stations of Seeb and Majis, tables no. 3 - 3 - 1 and 3- 6 - 1.

مرورها بمناطق منخفضة تزيد في قيعانها نسبة الرطوبة كما هو في بعض الأماكن التي توجد بها مستنقعات مثل المنطقة غرب السيب مباشرة وغرب سوادي، وكذلك في مناطق الخبرات حيث الرطوبة العالية، كما في المناطق القريبة من حفيت وغرب المصنعة وديل آل بريك والملدة وغيرها من المناطق الأخرى. وقد كان لهذا أثره في نمو النبات وتكوين النباك وثباتها في هذه الأجزاء.

جـ ـ مجاري الأودية:

الملاحظ أن المناطق التي توجد بها كثبان رملية تأثرت بمرور مجاري الأودية حيث أن هذه المجاري استطاعت في بعض الأحوال أن تحافظ على وضعها، مما أدى إلى انفصال المنطقة التي تغطيها الكثبان وتقطيعها إلى أجزاء تمر من بينها هذه المجاري، كما هو في منطقة جما حيث تفصلها المجاري إلى ثلاثة مواقع متجاورة، وكما هو في منطقة وادي المعاول، حيث استطاعت بعض مجاري الوادي أن تفصل المجموعة إلى جزئين. وهذا يعكس قوة عمليات الجريان من جهة في هذه المجاري، وانخفاض حركة الرمال فيها من جهة أخرى.

د ـ النبات الطبيعي:

ويمكن ملاحظة تأثير النبات الطبيعي في كل من النباك والفرشات الرملية. ومن المعروف تأثير النبات على حركة الرمال، حيث يعمل على إعاقة حركة الرياح إلى جانب تثبيته للرواسب المفككة في كلا الشكلين. وكما ذكر من قبل فقد أدى استغلال بعض السكان لجذور شجر الأراك الذي ينمو على سطوح النباك، إلى حركة واضحة في سطوح هذه النباك خاصة في فترات الجفاف. ونفس الشيء يقال بالنسبة للفرشات الرملية التي

تتميز في أجزاء واسعة منها بتغطيتها ببعض الشجيرات. مما أدى إلى الإنخفاض النسبي للحركة على سطوح هذه التكوينات. وتعاني المناطق التي اجتثت فيها هذه الشجيرات من قبل الأهالي، أو تعرضت للرعي الجائر من حركة قوية خاصة تحت الرياح السريعة.

هـ ـ الامتداد العمراني:

كان لتركز جزء كبير من القرى في المنطقة قرب الساحل لارتباط الأهالي بحرفة الصيد قديماً أثره في تثبيت جزء كبير من رمال الحاجز الرملي الممتد بطول الساحل والذي تم بناء المنازل فوقه. كما أدى وجود وامتداد العمران في هذه الاجزاء إلى إعاقة حركة الرمال من الشاطىء.

كذلك فقد كان لامتداد العمران في الأجزاء المجاورة للطريق الرئيسي الذي يخترق سهل الباطنة بالكامل أثره الواضح في اقتطاع مساحات واسعة من الأجزاء التي كانت تغطيها النباك بصفة خاصة، ومما لاشك فيه أن للنهضة العمرانية التي سادت المنطقة خلال الآونة الأخيرة أثره في استغلال كميات كبيرة من رمال الكثبان الساحلية، والحاجز الرملي، بالإضافة إلى رمال الشاطىء ذاته في المناطق غزيرة الرمال.

ويلاحظ أيضاً تأثير العمران في منطقتي بوشر والخوير حيث غطت المساكن أجزاء واسعة من سطوح الكثبان الواقة على هوامش الرمال المرتفعة والمتراكمة في منطقة بوشر، كما اخترقت بعض المنشآت الحكومية والطرق حقل الكثبان ذاته. هذا بالإضافة إلى تعرض جوانب هذا الحقل لاستغلال الرمال منه بكميات كبيرة من قبل الأهالي وبعض الشركات.

و ـ استصلاح المزارع:

أدى امتداد المزارع الحديثة وحفر الآبار وعمليات الري وزراعة المحاصيل الشجرية بصفة خاصة في بعض أجزاء سهل الباطنة خلال الفترة الأخيرة التي تميزت بنمو واسع في الكثير من الأنشطة البشرية وكذلك مد الطرق المعبدة بالايجاب على كثير من المسطحات الرملية وخاصة مناطق أطراف الفرشات الرملية القريبة من الطريق الرئيسي حيث أدى إلى ثبات هذه الأجزاء التي غطتها.

إلا أنه وفي نفس الوقت لابد من الأخذ في الاعتبار زيادة الحركة واتساع خطوطها وحجم السيارات وتسوية الطرق غير المعبدة وكذلك زيادة الضغط على مصادر المياه وعدم استغلالها بأساليب متطورة في المزارع القديمة، قد يعمل على المدى الطويل على زيادة الحركة في مواد السطح وزيادة رقعة التصحر بالتالي.

٣ ـ طرق المعالجة وأساليب الوقاية:

تختلف الطرق والأساليب التي يمكن بها مواجهة تلك المشكلات الناجمة عن وجود وحركة هذه التكوينات الرملية. تبعاً لاختلاف المنطقة وظروفها المختلفة وطبيعة الاستغلال البشري لها. والجزء التالي يمثل بعض المقترحات لمواجهة هذه المشكلات والتي روعي فيها مناسبتها لظروف المنطقة من جهة، والإستفادة من تجارب المناطق المماثلة ومقترحات الدراسات المشابهة من جهة أخرى. كما أخذ في الإعتبار البعد المستقبلي للمنطقة.

أولاً: تشجير المناطق التي تمثل المصادر الأساسية للرمال وخاصة الأجزاء المجاورة للشاطىء مباشرة في مناطق القرم والعذيبة وحيل العوامر

والسيب ورأس سوادى وودام الساحل وقصبة البوسعيد والمجز وديل آل بريك جنوب خور حمام وصحم - ومجز الصغرى ومجز الكبرى وصحار ومجيس، واستغلال هذه المناطق كمنتزهات، ويراعى عند عملية التشجير اختيار أنواع من الأشجار التي لها القدرة على التكيف مع ظروف الجفاف من ناحية، وارتفاع نسبة الأملاح في التربة والمياه الجوفية في الأجزاء القريبة من الساحل بسهل الباطنة من ناحية أخرى وجدير بالذكر أن هناك أنواعاً من الأشجار التي استخدمت تحت ظروف مشابهة ونجحت تجربة استغلالها على سبيل المثال شجرة الإثل التي تمثل مايقرب من ٩٠٪ من مجموع الأشجار المستخدمة في تثبيت الكثبان الرملية في مشروع الإحساء بالمملكة العربية السعودية(١). وفي السودان وموريتانيا استخدمت شجرة الحراز(٢). وفي عمان في الدراسة التي أجريت على رمال آل وهيبة(٣) أثبتت الدراسات الفسيولوجية التي أجريت على أشجار الغاف المنتشرة بالمنطقة إنها تمثل النوع النموذجي والمثالي لتشجير المناطق الرملية، حيث تعتبر من الأصناف المتعددة الأغراض والمقاومة للجفاف، كما أوضحت الدراسات على أشجار الغاف Prosopis Cineraria أنها تمد جذورها لمسافات تزيد عن ٢٠ متراً في بعض الأحيان مما يعطيها الفرصة للوصول للمياه الجوفية واستخدامها.

وعن طريق التشجير فإنه يمكن منع حركة الرمال من الشواطىء إلى

---

(١) يحيى محمد أبو الخير (١٩٨٤) مرجع سبق ذكره ص ٢٥.

(٢) أحمد عبدالله بابكر (١٩٨٨) العلم والتكنولوجيا في مكافحة التصحر في الدول العربية - المملكة العربية السعودية، جامعة الإمام محمد بن سعود، الكتاب الجغرافي السنوي العدد الرابع قسم الجغرافيا بكلية العلوم الإجتماعية، الرياض ص ١١٨.

(٣) Brown, K. (1988) Ecophysiology of prosopis Cineraria in the Wahiba Sands, With reference to its reafforestation potential in Oman, the Scientific results of the Royal Geographical Society's Oman Wahiba Sands project 1985 - 1987. The Journal of Oman Studies, Special report, No. 3, pp.257-269.

الداخل من جهة، ومن جهة أخرى تضفي على هذه المناطق منظراً وجواً جميلاً. خاصة وأن مناطق هذه الشواطىء تمثل مناطق التغذية الأساسية لمعظم أشكال التكوينات الرملية في المنطقة.

ويجب أن نلفت النظر إلى ضرورة استخدام إحدى الطرق الميكانيكية لتدعم عملية التشجير في فترات الأنبات الأولى. كما يجب دراسة الجوانب الأخرى مثل الرطوبة والندى، وكيميائية المياه الجوفية ومنسوبها.

ثانياً: الكثبان الساحلية التي تتركز في بعض المناطق مثل منطقة رأس سوادى والعذيبة والمناطق الأخرى من الأفضل إزالتها عن طريق التجريف، أو ترك الأهالي يستغلونها في عمليات البناء. كما يمكن البناء فوقها تبعاً لخطة منظمة وتصميمات دقيقة للمساكن، يراعي فيها ظروف واتجاه الحركة في الرمال وأنظمة التهوية والفتحات، وكذلك القواعد والأساسات المناسبة.

كما يجب أن تفصل مناطق المباني فوق الكثبان عن الشاطىء ذاته حتى لاتستمر عملية التغذية وانتقال الرمال إلى هذه المواقع، ويمكن أن يتم ذلك عن طريق الأحزمة الشجرية السابق الإشارة إليها، أو الحواجز والأسوار.

ثالثاً: بالنسبة للنباك فهي في مواقعها الحالية ومع الأخذ في الاعتبار الإستغلال الكثيف لهذه المواقع نتيجة الامتداد العمراني، واستصلاح الأراضي فمن المتوقع أن يتم إزالة هذه النباك مع مرور الوقت، وكما تم بالفعل في أجزاء واسعة من المناطق التي كانت تغطيها من قبّل. ولذلك فلا تحتاج هذه المواقع إلى بذل جهد، أو تكلفة خاصة وأن مشكلتها الأساسية المترتبة على وجودها تتمثل في شغلها لمساحة من الأرض الجيدة والخصبة.

رابعاً: مناطق الفرشات الرملية تمثل أجزاء لها وضع خاص فهي بحكم موقعها توجد مجاورة لأماكن السكن والزراعة في منطقة الباطنة حالياً،

كما أنها تمثل مناطق خصبة ذات تربات ناعمة مستوية ولذلك فهي تمثل مناطق الإمتداد البشري في المستقبل القريب، ولذا وجب ضرورة المحافظة عليها عن طريق منع عمليات الرعي الجائر والتحطيب للمحافظة على التربة من الإنجراف والتذرية، كما يفضل استغلال هذه الأجزاء في الزراعة عن طريق إقامة المزارع الحديثة التي تطبق الأساليب العلمية المتطورة. ونظراً للنقص في كميات المياه والذي تعاني منه المنطقة، فإنه يمكن استخدام طرق الري بالرش أو التنقيط، مما يمكن معه زراعة ضعف المساحة الحالية باستخدام كميات أقل من المستغلة حالياً مع استخدام الري بالغمر في المنطقة. كما يفضل زراعة أنواع المحاصيل أو الأشجار المناسبة للبيئة والتي يمكن أن تتكيف مع الظروف الحالية، وتلك ذات الحساسية المنخفضة للأملاح. (شكل رقم ١٣ يوضح المناطق التي تتأثر بحركة الرمال وطبيعة هذه الحركة).

كما يمكن التقليل من خشونة المواد التي تغطي السطح حتى يمكن استغلالها في الزراعة عن طريق إضافة كميات من المواد الناعمة وذلك باستغلال الرواسب التي تتجمع أمام السدود المقامة حالياً في منطقة الباطنة[1] وهي متوافرة بالفعل وتحتاج للإزالة للمحافظة على خزانات هذه السدود لتعمل بكامل طاقتها.

خامساً: الكثبان في مناطق جما والمعاول تعتبر ثابتة تماماً وهي تقع في حضن الجبال ولاتمثل خطورة على أي من مناطق العمران أو الزراعة، ولذلك فهي لاتحتاج إلى أي جهد. ولكن يمكن استغلالها في عمليات التخييم أو قضاء يوم مشمس خلال فصل الشتاء، خاصة وأن شكلها

(١) أحمد سالم صالح: الارساب في خزانات السدود بشمال سلطنة عمان (تحت الطبع) بحث مقبول للنشر بمجلة كلية الآدب والتربية ـ جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان.

مختلف وغير نمطي من جهة، وتكسو جوانبها بعض الأعشاب الخضراء التي تعطيها منظراً جميلاً. كما يمكن تغطية أجزاء منها بأشجار الغاف لتشكل مناطق غابات صغيرة تغير من لاندسكيب المنطقة وتوفر الظل لمرتادي المنطقة.

ونفس الإقتراح يمكن أن يطبق على كثبان بوشر وأن كان ارتفاع الكثبان هنا قد يخلق مشكلة لتوفير المياه للأشجار. ولذلك يفضل استغلال رمالها أو البناء فوقها والأسلوب الأخير أصبح لايمثل مشكلة أمام تكنولوجيا البناء الحديثة حيث يمكن وضع الأساسات المناسبة للبناء فوق هذه السطوح، وقد تم تطبيق ذلك بالفعل في شمال شرق القاهرة حيث تقوم مدينة السلام على أجزاء واسعة من كثبان رملية ضخمة تعرف باسم كثبان الخانكة.

سادساً: يمكن القول أن بناء المزيد من سدود التغذية على أودية الباطنة من شأنه أن يحجز جزءاً كبيراً من الرواسب التي تنقلها عمليات الجريان والفيضانات في المنطقة إلى البحر، ويعاد ترسيبها على الشاطىء في شكل رمال لتنقل مرة أخرى للداخل (سيتم توضيح ذلك في الجزء التالي والخاص بأصل الرواسب الرملية). هذا بالإضافة إلى ما تحجزه هذه السدود من مياه تتسرب لتغذي الخزان الجوفي في المنطقة.

إلا أنه يجب الإشارة إلى ضرورة أخذ هذا الجانب في الاعتبار حيث أن انقطاع وصول الرواسب إلى الشواطىء قد يخلق نوعاً من عدم التوازن على الشواطىء وبالتالي قد يؤدي إلى تراجع هذه الشواطىء، وتعرض بعض الأجزاء للنحت كما حدث على شواطىء الدلتا المصرية بعد بناء السد العالي. ولذلك فإن تسليط الضوء على هذا الجانب وعمل الدراسات اللازمة يعتبر أمراً ضرورياً.

خامساً ــ الأصل والنشأة

توافر من خلال الدراسة الحالية العديد من الأدلة التي يمكن أن تشير بوضوح إلى أصل ونشأة التكوينات الرملية في منطقة الباطنة، وهذا ما يتناوله الجزء التالي بالإضافة إلى محاولة التطرق لبعض الجوانب التاريخية، التي تؤرخ لهذه التكوينات، وتوضح كيفية تكونها.

١ ــ أصل ونشأة التكوينات:

تشير معظم الأدلة التي توافرت من خلال هذه الدراسة إلى أن التكوينات الرملية ترجع من ناحية الأصل إلى مصدر واحد رئيسي وهو رواسب شواطىء البحر، الحالي، والسابق، وذلك نظراً للاعتبارات التالية:

أ ــ التجانس الواضح في حجم الرواسب وكما سبق أن وضح عند مناقشة هذا الموضوع حيث كانت الرمال الناعمة تمثل الفئة المنوالية الرئيسية في رواسب جميع أشكال التكوينات، مع اختلاف النسبة بين شكل وآخر. كما تساهم الأحجام الأقل والأكبر بنسب قليلة ومتقاربة بين عينات الرواسب.

ب ــ وكما اتضح من قبل فإن هذه الفئة من الأحجام ترتبط في حركتها بالرياح تبعاً لقدرتها مما يعني معه أن هذه الأشكال ترتبط وتتفق كذلك من حيث العامل الذي أدى إلى تكوينها، ولعل أشكالها الحالية تمثل خير دليل على طبيعة هذا العامل، هذا بالإضافة إلى مواقعها.

جـ ــ التدرج في الإستدارة بالزيادة مع الاتجاه للداخل من ناحية الشاطىء، حيث كانت الرواسب ناحية الشاطىء تميل إلى الشكل المزوي وشبه

المستدير على حين عكست التكوينات الواقعة في الداخل استدارة أفضل مما يعكس حركة الرواسب مع هذا الاتجاه.

د ــ أوضح التحليل الكيميائي أن هناك شبه تجانس بين رواسب التكوينات من حيث تركيبها الكيميائي، حيث تتكون بصفة أساسية من السيليكا وكربونات الكالسيوم مع بعض العناصر الثانوية الأقل في نسبها، خاصة المغنسيوم وأكسيد الألمونيوم.

د ــ أوضح التحليل الكيميائي أن هناك شبه تجانس بين رواسب التكوينات من حيث تركيبها الكيميائي، حيث تتكون بصفة أساسية من السيليكا وكربونات الكالسيوم مع بعض العناصر الثانوية الأقل في نسبتها، خاصة المغنسيوم وأكسيد الألمونيوم.

هـ ــ الاتجاه السائد للرياح في المنطقة هو الرياح الشرقية الشمالية والشرقية والشمالية الشرقية وهي اتجاهات عمودية أو شبه عمودية على خط الساحل. وهذا يوضح اتجاه الحركة في هذه التكوينات من منطقة الشاطىء للداخل.

و ــ استواء السطح في السهل بدرجة كبيرة أدى إلى سهولة الحركة من الشاطىء إلى الداخل.

ز ــ عدم وجود مصادر أخرى ـ على الأقل أساسية ـ في المنطقة يمكن ارجاع هذه التكوينات إليها خاصة وإن المنطقة تحيط بها سلسلة جبال الحجر الغربي على شكل قوس يلتقي مع خط الساحل لخليج عمان من الجانب الآخر مما يغلق المنطقة أمام حركة الرواسب.

ح ــ توضح المواقع الحالية للتكوينات من حيث وقوعها على الشاطىء، أو

مجاورة له ثم للداخل اتفاقاً مع اتجاه الحركة والخصائص الشكلية للرواسب. وبشكل عام تشير معظم الدراسات إلى أن الشاطىء يمثل منطقة التغذية الأساسية للكثبان الساحلية المجاورة لها[1].

ومن ناحية المصدر الأساسي الذي اشتقت منه الرواسب فإنه يمكن ارجاع هذه الرمال إلى الرواسب التي نحتتها الأودية من جبال الحجر الغربي، ونقلتها خلال عمليات الجريان إلى الخليج ثم أعادت حركة الأمواج والتيارات البحرية وعملية المد والجزر توزيع هذه الرواسب على الشاطىء، وساعد في ذلك طبيعة الساحل ذاته، ثم قامت الرياح بنقل هذه الرواسب للداخل. هذا كعملية أساسية. إلا أنه يجب الأخذ في الاعتبار ضرورة اشتراك بعض المصادر الثانوية الأخرى وخاصة الرواسب البحرية الأصل ويوضح ذلك النموذج شكل رقم (١٥).

ويستند هذا التصور على التقارب الواضح بين بعض العناصر الكيميائية في الرواسب مع تلك العينات الصخرية التي تم تحليلها من جبال الحجر الغربي، وعلى كل فإن ارتفاع نسبة السيليكا في رواسب الرمال وميلها من حيث اللون إلى الرمادي أو انعكاس الألوان الداكنة فيها قد يعتبر دليلاً على اشتقاقها من صخور الأفيوليت في جبال الحجر الغربي، وجدير بالذكر أن الدراسة التي أجريت على رمال آل وهيبة بعمان[2] كانت نسبة الكوارتز فيها تتراوح بين ٢٢٪ - ٥٤٪ وتعكس نفس الألوان تقريباً وتم إرجاعها من ناحية الأصل إلى نفس الصخور (الأفيوليت).

وللمزيد من التأكد فقد أوضحت دراسة جليني Glennie[3] على

---

(١) nordstrom, K. et. al, (1986) Op. Cit. P.137.

(٢) Allison, R.J. (1988) Op. Cit.P.164.

(٣) Glennie, K.W.et. al . (1974) Geology of The Oman Mountains. Transactions Royal Geological and Mining Society of The Netherlands, 31, Part two, table 6.8.

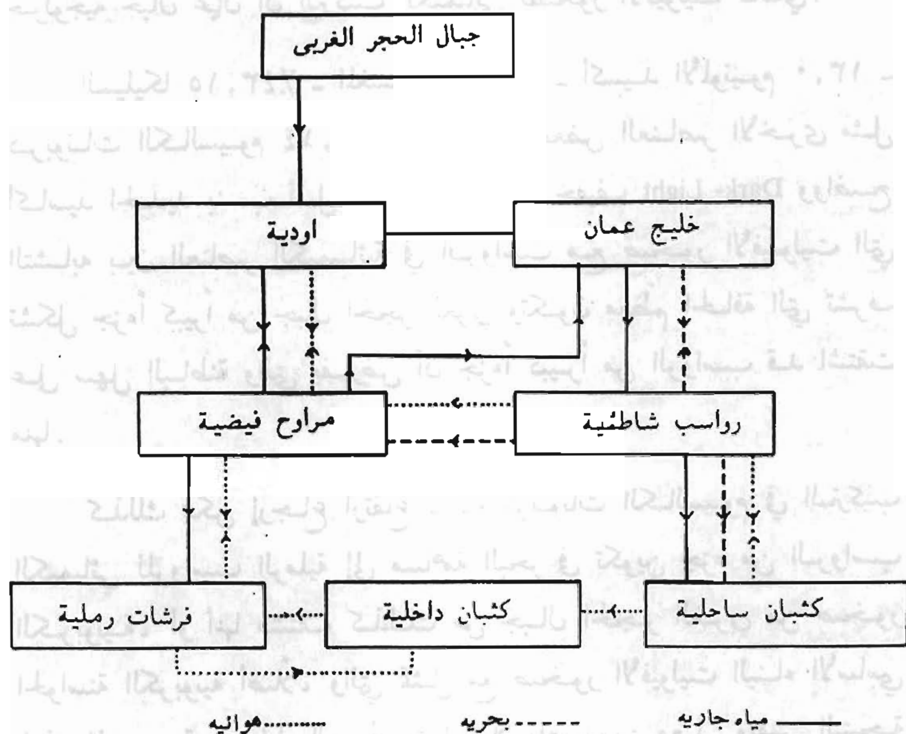
جيولوجية جبال عمان أن التركيب الكيميائي لصخور الأفيوليت كالتالي:

السيليكا ١٥, ٤٣٪ - المغنسيوم ٢, ٢٠٪ - أكسيد الألمونيوم ٠, ١٣ - كربونات الكالسيوم ١٤, ١٢٪ إلى جانب بعض العناصر الأخرى مثل أكاسيد الحديد بنسب أقل. وأن لونها داكن خفيف Dark- Light وواضح التشابه بين العناصر الكيميائية في الرواسب مع صخور الأفيوليت التي تشكل جزءاً كبيراً من جبال الحجر الغربي وتكون معظم الحافة التي تشرف على سهل الباطنة والتي يفترض أن جزءاً كبيراً من الرواسب قد اشتقت منها.

كذلك يمكن إرجاع ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم في التركيب الكيميائي للرواسب الرملية إلى مساهمة البحر في تكوين جزء من الرواسب الكربونية، أو أنها مشتقة كذلك من جبال الحجر الغربي من صخور الحواسنة الكربونية أصلاً، والتي تمثل مع صخور الأفيوليت البناء الأساسي لهذه المجموعة من الجبال. أو ربما كلا المصدرين معا. ونفس النتيجة توصلت إليها كذلك الدراسة التي أجريت على رمال آل وهيبة والمشار إليها أعلاه.

وعلى ذلك يمكن الإنتهاء إلى ما سبق الإشارة إليه من أن الرواسب الرملية مشتقة كلياً أو جزئياً على الأقل من جبال الحجر الغربي.

بقيت نقطة لابد من الإشارة إليها وهي مدى مساهمة العوامل والعمليات الأخرى في تكوين هذه الرواسب وهذا واضح من النموذج (شكل رقم ١٥) والذي يبين التداخل بين العوامل والمصادر واشتراكها، مما يعني أن هناك مساهمة من العوامل الأخرى وتضافراً بين هذه العوامل، وكما سبق الإشارة هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى فإن مساهمة الفيضانات



شكل رقم (١٥)
نموذج مبسط يوضح أصل ونشأة التكوينات الرملية بمنطقة الباطنة

برواسبها الحالية لايمكن انكاره في تشكيل رواسب الفرشات الرملية، ويدل على ذلك الاختلافات النسبية في الحجم ومعدلات الإستدارة والتركيب الكيميائي حيث انخفضت نسبة كربونات الكالسيوم فيها. هذا بالاضافة إلى فقرها إلى التصنيف، وتشير الدراسات السابقة[1] إلى أن هذه الميزة تعتبر من خصائص الرواسب المائية Fluvial.

(١) Boggs, Sam, Jr. (1987) op. Cit.P.118

٢ ـ التأريخ للتكوينات الرملية

تفيد الدراسات التي تناولت الظروف الجغرافية خلال فترة الهولوسين إلى أن المنطقة تعرضت خلال فترة الخمسة الآف سنة الأخيرة إلى ظروف جفاف واضحة تمثل الفترة الحالية بظروفها القاحلة امتداداً لها. وأن المنطقة كانت قبل ذلك وعلى مستوى شبه الجزيرة بالكامل تتمتع بظروف شبه جافة[١]. وعلى ذلك فإنه يمكن ارجاع معظم التكوينات الرملية إلى هذه الفترة التي تمتعت بالجفاف مما يعني أن هذه الرواسب حديثة التكوين. وهناك الأدلة التي يمكن أن تؤيد هذا الإفتراض ـ مع التحفظ، ذلك إن مثل هذا الإفتراض يحتاج إلى المزيد من الدراسات التفصيلية التي تؤكده والتي لم يتسع مجال الدراسة الحالية إلى القيام به. وأهم هذه الأدلة:

١ ـ بعض الدراسات الجيومورفولوجية التي أجريت على منطقة العاصمة (مسقط) ترى أن الكثبان في المنطقة ذت أصل هولوسيني، وأن هذا الإعتقاد ينسحب على كل التكوينات الرملية في منطقة الباطنة ـ موضوع الدراسة الحالية ـ وأن كثبان منطقة بوشر ربما انتقلت من الشاطىء للداخل خلال فترة العصور الإسلامية IslamicTimes[٢].

٢ ـ في دراسة على شواطىء الباطنة أوضحت عمليات التأريخ[٣] للشاطىء

(١) Anton, D. (1990) Environmental Changes and Aelian dynamics during the Quaternary inthe Arabian peninsula, in Proceedings of the International Workshop on Sand transport and desertification in Arid-lands, 17-26 November 1985, Khartoum, Sudan, edited by El-Baz, F.et. al.
World Scientific, Singapore, P.230.

(٢) Hannb, Ch. (1991) The Capital Area of Northern Oman, Teil - 1, BasicRelief development.
Dr. Luduing Reichert Verlag, Wiesbaden, P,121.

(٣) Dobbin, J, (1992) Op. Cit. P. C-21.

الصخري الواقع أسفل الحاجز الرملي الممتد بطول الشاطىء الحالي وبالقرب منه أن هذه المواد الصخرية (تمثل أجزاء من رواسب المراوح الحديثة المتماسكة) التي تشكلت منذ ٦١٠٠ سنة ± ٧٠ سنة (وذلك باستخدام الراديو كربون Radio-Carbon). مما يعني أن الحاجز الرملي - بديهياً - أحدث من الصخور الواقع فوقها. كما تشير هذه الدراسة إلى أن تكون هذا الحاجز كان خلال الذبذبات التي تعرض لها الشاطىء - وكما هو في مناطق أخرى من العالم - خلال فترة الهولوسين الأخيرة حيث ارتفع سطح البحر مابين ١ ١/٢ - ٢ متر فوق سطحه الحالي.

٣ - إرجاع أي من التكوينات الرملية إلى فترات أقدم يعني تعرضها للمزيد من الرطوبة والمطر، وبالتالي كان لابد وأن ينعكس ذلك على أجسام الكثبان وتحولها إلى رمال متماسكة Aelionites، وهذا غير موجود بالمرة في مجموعات التكوينات الرملية التي تمت دراستها مما يرجح ضرورة تشكلها خلال ظروف جفاف لم تتعرض للتغير حتى الوقت الحالي، وهذا ما يتوفر في الفترة المشار إليها.

كذلك يمكن الإشارة إلى اختلاف مواقع وأشكال الكثبان خاصة تلك الواقعة في الداخل في جما والمعاول والتي من المحتمل أنها تشكلت في بداية الفترة المشار إليها مما أعطى الفرصة لانتقالها للداخل تحت نفس الظروف التي تحرك الكثبان الساحلية في نفس الإتجاه، وتعطيها نفس الأشكال الطولية تقريباً.

كما يمكن القول أن الذبذبة التي تعرض لها سطح البحر الحالي بالارتفاع والتي تعني تقدم الشاطىء عن موضعه الحالي في اتجاه الداخل قد ساعدت على نشأة وتكوين هذه الكثبان.

خاتمـــة :

توضح الدراسة السابقة أن التكوينات الرملية تشغـل حوالي ١٨٪ من جملة مساحة المنطقة التي أجـريت عليها الـدراسة من سهـل البـاطنـة وأنها تتكون بصفة أساسية من ثلاثة أشكال هي: الكثبان الرملية ويتركز وجـودها في منـاطق بوشر ورأس سـوادى وجما والمعـاول، والنبـاك المنتشرة في أمـاكن متفـرقة، ثم الـرمال الشـاطئية وتكـون كل من الجـزء العلوي من الشاطىء الحالي، والحاجز الرملي، الممتدين على طول معـظم أجزاء سـاحل البـاطنة، وأخيـراً الفرشـات التي تنتشر على نـطاق واسع في المنـطقة وتغـطي الأجـزاء الدنيا من السهل للجنوب والغرب من الطريق الرئيسي.

ويعكس الشكل المورفولوجي للتكوينات تعدد أشكال الكثبـان، حيث يوجد بالمنطقة الكثبان الهلالية والحافات الطولية والمركبة والنبـاك، فضلاً عن أشكـال التكـوينـات الأخـرى المتمثلة في رمـال الشـاطىء والحـاجـز الـرمـلي والفرشات الرملية. وقد أجريت القياسات الموروفومترية على هذه التكـوينات وخاصة أشكال الكثبان، كما تم تحليل هذه القياسـات بغرض الـوقوف عـلى شكل وخصائص هذه الكثبان.

ومن خلال التحليل الميكـانيكي لعدد ٥٢ عينـة رواسب تم جميعها من هـذه التكوينات وجد أن فئة الرمال الناعمة تمثل الفئة المنوالية، وتـزيد نسبـة هذه الفئة لتصل إلى حوالي ٩٠٪ من رمال الكثبان الرمليـة، على حـين تقل عن ذلـك في كل من النبـاك والحاجـز والشاطىء، وتصـل إلى حـدهـا الأدنى في الفرشات الرملية.

وقد أوضح التحليل الميكروسكوبي لشكل الـرواسب أنها مستديـرة إلى شبـه مستديـرة في الكثبان الـداخلية، وشبـه مزويـة في التكوينـات الأخـرى

القريبة من الساحل، أي أن درجة الإستدارة تنخفض ناحية الساحل وتـزيد في اتجـاه الداخـل. كما كشف التحليـل إلى إنعدام الكـروية في جميـع أنواع رواسب التكوينات.

كـما أوضح التحليـل الكيميـائي لبعض عينـات الـرواسب، التشـابه الـواضح بـين التكوينـات في التركيب الكيميـائي وأن السيليكـا وكـربـونـات الكالسيوم تمثل العناصر الأساسية، وأن أكسيد الألمونيـوم والمغنسيوم والحـديد تمثل العناصر الثانوية في هذه التكوينات.

وأوضحت الدراسة أن الكثبان الرملية في منطقة رأس سوادى تتحـرك بمعـدل حوالي ٥٩ مـتر سنويـاً وذلك من خـلال القياس من الصـور الجويـة لفترتين مختلفتين، على حين تعتبر هذه الكثبان ثـابتة في منـاطق جما والمعـاول وبـوشر، نتيجة حجـز الحافـة الجبلية لهـا. وهي ثابتـة أيضاً في المنـاطق التي تغطيها النبـاك لتغطيتهـا بالنبـات الطبيعي. كـذلك يـلاحظ تعرض سـطوح الفرشات الرملية إلى الحركة ويسـاعد عـلى ذلك قـطع الشجيرات وعمليـات الرعي الجائر في المنطقة.

ويترتب على حـركة الـرمال سـواء في شكل انتقـال هذه الـرواسب أو سفيها آثار سيئة على المزارع والمساكن والأنشطة البشرية المختلفة ولذلك فقد تم عمل بعض المقترحـات التي تساعـد على الحد من المشاكـل المترتبـة على عملية الحركة وانتقال الـرمال كـما تم إنشاء خـريطة تبـين أشكال واتجـاهات الحركة والخطورة في المنطقة (شكل رقم ١٣).

ومن خلال معطيات الدراسة أمكن التعرف على أصل هـذه الرواسب حيث تـرجع إلى نحت المجـاري المائيـة لصخور الأفيـوليت والحـواسنـة، في جبـال الحجر الغـربي، ونقل هـذه المجـاري للرواسب إلى البحـر في خليـج

عمان، حيث تعيد الأمواج والتيارات البحرية وحركة المد والجزر القاء وترسيب هذه المواد على الشاطىء مرة أخرى ثم تقوم الرياح السائدة والعمودية على خط الشاطىء بنقل هذه الرواسب للداخل وتشكيلها. هذا مع الأخذ في الاعتبار دور العوامل الأخرى والذي يظهر واضحاً في تكوين الفرشات الرملية حيث تساهم عمليات الجريان الحالية وترسيب هذه المجاري لبعض ما تحمله من مواد ناعمة في هذه المناطق قبل أن تصل إلى البحر.

كذلك ألقت الدراسة الضوء على الفترة التاريخية التي من المحتمل أن تكون هذه التكوينات قد تكونت خلالها وهي غالباً الفترة منذ بداية الهولوسين حتى الوقت الحاضر.

قائمة المراجع والمصادر

أولا ـ المراجع باللغة العربية:

١ ـ السيد السيدالحسيني (١٩٨٨) جيومورفولوجية منطقة الخيران جنوب الكويت، السلسلة العلمية الصادرة عن وحدة البحث والترجمة / قسم الجغرافيا ـ جامعة الكويت الجمعية الجغرافية الكويتية.

٢ ـ أحمد عبدالله بابكر (١٩٨٨) العلم والتكنولوجيا في مكافحة التصحر في الدول العربية. جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية ـ الكتاب الجغرافي السنوي ـ العدد الرابع قسم الجغرافيا بكلية العلوم الإجتماعية ـ الرياض ـ المملكة العربية السعودية.

٣ ـ أحمد سالم صالح (بدون) الإرساب في خزانات السدود بشمال سلطنة عمان (تحت الطبع) بحث مقبول للنشر بمجلة كلية الآدب والتربية. جامعة السلطان قابوس ـ سلطنة عمان.

٤ ـ نبيل امبابي ومحمود عاشور (١٩٨٣) الكثبان الرملية في شبه جزيرة قطر، الجزء الأول مركز الوثائق والبحوث الإنسانية ـ جامعة قطر ـ الدوحة ـ قطر.

٥ ـ ــــ (١٩٨٥) الكثبان الرملية في شبه جزيرة قطر الجزء الثاني مركز الوثائق والبحوث الإنسانية ـ جامعة قطر ـ الدوحة ـ قطر.

٦ ـ سباركس ب. و. (١٩٧٨) الجيومورفوجيا ـ ترجمة ليلى عثمان ـ الإنجلو المصرية ـ القاهرة.

٧ ـ يحيى محمد شيخ أبـو الخير (١٩٨٤) زحف الـرمال بمـنطقة الإحسـاء - نشرة دوريـة رقم ٦٤ صـادرة عن قسم الجغـرافيـا جـامعـة الكـويت - الجمعية الجغرافية الكويتية.

المراجع الأجنبية:

1. **Ahlbrandt, T.,** (1979). Textural Parameters of Eolian Deposits, in A Study of Global Sand Seas, Edited by McKee, E.D. Geological Survey Professional Paper 1052, United States Government Printing Office, Washington.
2. **Allison, R.J.,** (1988). Sediment Types and Sources in the Wahiba Sands, Oman, in the Scientific Results of the Royal Geographical Society's Oman Wahiba Sands Project 1985-1987. Journal of Oman Studies, Special Report no. 3, Muscat, Oman.
3. **Anton, D.** (1990). Environmental Changes and Aelian Dynamics During the Quaternary in the Arabian Peninsula, in Proceedings of the International Workshop and Sand Transport and Desertification in Arid Lands, (17-26, Nov. 1985), Khartoum, Sudan, Edited by El Baz, F. et al., World Scientific, Singapore.
4. **Bigarellaela, J.J.,** (1972). Eolian Environments - Their Characteristics, Recognition and Importance, in Rigby, J.K. and W.K. Hamblin. (eds.) Recognition of Ancient Sedimentary Environments. Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists Spec. Pub.
5. **Boggs Sam, Jr.** (1987). Principles of Sedimentology and Stratigraphy. Merrill Publishing Co. and A Bell & Howell Co. Columbus Ohio.
6. **Brown, K.,** (1988): Ecophysiology of Prosopis Cineraria in the wahiba Sands, With Reference to its Reafforestation Potentiain Oman, in the Scientific Results of the Royal Geographical Society's Oman wahiba Sands Project, 1985-1987, The Journal of Oman Studies, Special Report, No. 3.
7. **Cooke RUD Brunsden JC Doornkamp and DKC Jones** (1985), Urban Geomorphology in drylands. Oxford University Press, London.

Directorate General of Minerals, Ministry of Petroleum and Minerals, Sultanate of Oman, (1986-1987) Explanatory Notes of the Geological Maps of Asseeb, Barka, Assuwaq, Yanqul, Saham and Sohar.

8. **Dobbin, J.**, (1992). Draft Regulation for the Preventation of Coastal; Erosion in the Sultanate of Oman. Prepared for Regional Manicipalities of Environment, Sultanate of Oman.
9. **El-Baz, F.**, (1986). The Formation and Motion of Dunes and Sand Seas, in physics of Desertification, Edited by El-Baz F. and Hassan, M.H.A., Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht/Boston/Lancaster.
10. **Embabi, N.S.**, (1990). Dune Movement in the Kharga and Dakhla Oases Depression, the Western Desert, Egypt, in Proceedings of the International Workshop on Sand Transport and Desertification in Arid Lands (17-26 Nov. 1985, Khartoum, Sudan) Edited by El-Baz, F., et al., World Scientific.
11. **Everett, J.R., et al.** (1984). Landsat Survey of Southern Arabia, in Deserts and Aridlands, Edited by El-Baz, F., Martinus Nijhoff Publishers, The Hague/Boston/Lancaster.
12. **Glennie, K.W., et al.**, (1974). Geology of the Oman Mountains. Transactions Royal Geological and Mining Society of the Netherlands, 31, (3 parts).
13. **Hannb, Ch.**, (1991). The Capital Area of Northern Oman, Teil-7, Basic Relief Development. Dr. Luduing Reichert Verlag, Weisbaden.
14. **Landsat Thematic Mapper Data,** Northern Mountains, Sultanate of Oman, Acquired 1985, Processed by Michael Abrams, Tet Propulsion, Laboratory Pasadena, California (scale 1: 25000).
15. **Mainquet, M.**, (1984). Classification of Dunes Based on Aeolian Dynamics and Sand Budget, in Deserts and Aridlands, Edited by El-Baz. Martinus Nijhoff Publishers. The Hague/Boston/Lancaster.
16. **Ministry of petroleum and Minerals, Directorate General of Minerals. Sultanate of Oman** (1985) Aerial photographs Rustaq Area 1: 20000 (Approx). B.K.S. Surveys Ltd DM 85.
17. **Ministry of Petroleum and Minerals, Directorate General of Minerals. Sultanate of Oman** (1986-1988) Geological Maps, Sheets No. NF40-3A (As Suwayq), NF 40-3B (Barka), NF40-3C (Seeb), NF40-3D (Rustaq) NF4-3F (Fanjh) (Scale 1:100000) and Sheets No NG40-14FI (Sohar) NG40-14F III (Saham) and NG40-14F IV (Mahab), (scale 1: 50000).
18. **Ministry of Petroleum and Minerals, Directorate General of minerals. Sultanate of Oman** (1985) Mosaic of Rustaq area, scale 1: 20000, Completed and Printed, by B.K.S. Survey Ltd, Ballycairn road, Coleraine, N. Ireland, Sheets no. from 1 to 38.

19. **Ministry of Defence, Sultanate of Oman** (1984) Topographic Maps Scale 1: 100000 Sheets No. NF40-3C, NF40-3B, NF-40-3A, NF40-3D, NF40-3E, NF40-3F, NF40-7A, NF40-7B, NF40-7C, Printed by Mapping and Charting Establishment.
20. **Ministry of Defence, Sultanate of Oman** (1980) Topographic Maps scale 1: 250000, Sheets No. NG40-14, NF40-2, NF40-3 and NF40-4.
21. **Nordstrom, K.F., et al.** Aeolian Process and Dune Characteristics of Developed Shoreline: Westhampton Beach, New York, in Aeolian Geomorphology International Series, no. 17, Boston, Allen & Unwn, London, Sydney.
22. **Pethick, J.,** (1984). An Introduction to Coastal Geomorphology, Edward Arnold London.
23. **Pettijohn, F.J., et al.,** (1987). Sand and Sandstone, 2 ed., Spriger-Verlag, New York.
24. **Sultanate of Oman, Ministry of Communications, Directorate General of Civil Aviation and Meteorology, (Department of Meteorology), climatic data Asseeb Airport and Majis Stations 1980-1990.**
25. **Tsoar, H.,** (1986). Two-dimensional Analysis of Dune Profile and Effect of Grain Size on Sand Dune Morphology, in Physics of Desertification, Edited by El-Baz, F., and M.H.A. Hassan, Martinus Nijhoff publishers, Dordrecht/Boston/Lancaster.
26. **Warren, A.,** (1988). The Dunes of the Wahiba Sands, in the Scientific Results of The Royal Geographical Society's. Oman Wahiba Sands Project 1985-1987. Journal of Oman Studies, Special Report no. 3, Muscat, Oman.
27. **Warren, A.,** (1988). The Dynamics of Dune Networks in the Scientific results of the Royal Geographical Society's Oman Wahiba Sands Project 1985-1987, The Journal of Oman Studies, Special Report, No. 3.

سلسلة أعداد الدورية لعامي ١٩٩٣ ـ ١٩٩٤

سلسلة اصدارات وحدة البحث والترجمة

١ ـ تقلبات المناخ العالمي	عرض وتعليق: أ.د. محمد صفي الدين ابو العز
٢ ـ محافظة الجهراء	أ.د. زين الدين غنيمي
٣ ـ تعدادات السكان في الكويت	د. أمل العذبي الصباح
٤ ـ أقاليم الجزيرة العربية الكتابات العربية القديمة والدراسات المعاصرة	أ.د. عبدالله يوسف الغنيم
٥ ـ أشكال سطح الأرض المتأثرة بالرياح في شبه الجزيرة العربية	أ.د. عبدالله يوسف الغنيم
٦ ـ حول تجربة العمل الميداني لطلاب الجغرافيا بجامعة الكويت	أ.د. صلاح الدين بحيري
٧ ـ الاستشعار من بعد وتطبيقاته الجغرافية في مجال الاستخدام الارضي	أ.د. علي علي البنا
٨ ـ البدو والثروة والتغير:	
دراسة في التنمية الريفية للامارات العربية المتحدة وسلطنة عمان	ترجمة د. عبد الاله أبو عياش
٩ ـ الدليل البحري عند العرب	حسن صالح شهاب
١٠ ـ بعض مظاهر الجغرافيا التعليمية لمقاطعة مكة المكرمة	د. ناصر عبدالله الصالح
١١ ـ طرق الملاحة التقليدية في الخليج العربي	حسن صالح شهاب
١٢ ـ نباك الساحل الشمالي في دولة الكويت دراسة جيومورفولوجية	د. عبدالحميد أحمد كليو
	د. محمد اسماعيل الشيخ
١٣ ـ جغرافية العمران عند ابن خلدون	د. عبد العال الشامي
١٤ ـ السمات العامة لمراكز الاستيطان الريفية في منطقة الباحة	د. محمد محمود السرياني
١٥ ـ جزر فرسان دراسة جيومورفولوجية	د. محمد سعيد البارودي

سلسلة منشورات وحدة البحث والترجمة